



Jozef Augusta • Zdenjek Burijan

PREISTORIJSKE v ŽIVOTINJE

MLADO POKOLENJE

Preistorijske žvotinje

Jozef Augusta—Zdenjek Burijan

*Preistorijske
životinje*

MLADO POKOLENJE

Beograd

Ovo delo napisao je profesor paleontologije dr Jozef Augusta,
a umetnički likovni prilog načinio je,
prema podacima i naučnim uputstvima piščevim,
akademski slikar Zdenjek Burijan

Preveo
Aleksandar Spasić

Jozef Augusta — Zdenjek Burijan: Preistorijske životinje
Mlado Pokolenje, Beograd, 1966
Za izdavača: Danilo Grujić
© 1960, J. Augusta, Z. Burian
Štampano u ČSSR
S 2045

Uvod

Zemlja, za koju vele da je trun prašine u beskrajnim prostranstvima svemira i poslušna planeta što neprekidno kruži oko Sunca, kolevka je i grob svega postojećeg što poseduje život. Još od vremena kad se život prvi put pojavio na Zemlji, radjanje, razvoj, starenje i smrt smenjuju se u jednom nikada prekinutom sledu. Zemlja, ta trun prašine, kolevka je i grob svih živih bića.

Vidimo da se život od samog svog početka na Zemlji neprestano razvija i napreduje, da se Zemlja stalno obogaćuje novim, sve višim i složenijim oblicima života, pa da je čak i čovek, najsavršenije od svih živih bića, vezan za nju svojim životom. Ona je i njemu kolevka i grob. No čovek ne bi bio to što jeste kad ne bi pokušavao saznati praiskonsku istoriju svoje planete, kad ne bi pokušavao da otkrije kroz kakve je promene ona prošla tokom dugih geoloških doba, kad ne bi pokušavao da iznadje kako je život započeo i razvijao se i koji zakoni upravljaju njegovom evolucijom, kad ne bi pokušavao da pribavi odgovor na pitanje o vremenu i načinu svoga vlastitog nastanka. I tako su se pojavili geolozi i paleontolozi, koji proučavanju Zemlje i njenih stvorenja posvećuju sve svoje napore, pa čak i čitav svoj život. Geolozi raskopavaju Zemlju ne bi li saznali njenu istoriju, a paleontolozi proučavaju život, čiji damar bije na njoj danas kao što je to i u prošlim vremenima.

Sama priroda je za paleontologa upravo ono što su za istoričara biblioteke i arhivi, sa svim svojim knjigama i drevnim hronikama i svedočanstvima na žutoj pergameni; no paleontologove knjige i požuteli spisi jesu mahovinaste stene, podzemne šupljine, strme strane peščanih naslaga i glinokopa, kamenoloma i rečnih korita. On vredno otkriva fosil za fosilom i brižljivo ih čuva i skuplja u zbirke radi daljeg proučavanja, jer svaki fosil, oslobođen iz svoje kamene grobnice jeste dragoceno svedočanstvo života u prastarim geološkim dobima. Za paleontologa svaki je fosil majušno slovce u jednoj neizmernoj azbuci, ali on ta slova pažljivo skuplja i sredjuje, sve dok se ona ne slože u reči, a reči u rečenice koje mu kazuju bar ponešto iz prastare istorije života na našoj planeti. Paleontolozi svih zemalja i svih naroda trude se već više od sto pedeset godina da na taj način sačine i pročitaju drevnu istoriju života na Zemlji. Oni nisu klonuli pred zamorom i teškoćama, neudobnostima i lišavanjima kad ih je želja za znanjem vukla u negostoljubive severne oblasti, sa surovim mrazovima, ledenim vetrovima i stalno zamrznutom zemljom, ili u peščane i kamenite pustinje, sasušene nemilosrdnim zracima Sunca. Na vrhove najviših planina penjali su se s istom onom nepokolebljivom hrabrošću s kojom su se spuštali niza zidove najdubljih kanjona, kako bi gde god mogu izvadili iz zemlje fosile koji će upotpuniti makar jednu reč više, ili tek jednu malu rečenicu u ogromnoj knjizi istorije života.

Već davno su paleontolozi prestali da se zadovoljavaju pukim davanjem naziva i opisivanjem fosila koje su našli. Za savremenog paleontologa središnje pitanje jeste pitanje evolucije; njegov je cilj da otkrije filogenetsku evoluciju svih živih bića, da ustanovi kako je u toku mnogih geoloških doba nastao svaki biološki red sa svim svojim ograncima, kako se razvijao, kako je dostizao vreme najveće rasprostranjenosti, a zatim nazadovao, ponekad čak i sasvim izumirao; paleontologov je cilj, dakle, da iznadje uzroke i zakone čitave te evolucije i svih njenih faza. Sva stremljenja savremenih paleontologa usmerena su ovome cilju, a njihov rad u mnogo čemu ima dalekosežne posledice po razumevanje današnjeg života.

Mada se već dugo zna da su u različnim geološkim dobima organizmi bili različiti, još duže se verovalo da su sva živa bića stvorena u današnjem obliku i da se nikad nisu menjala. Čuveno delo znamenitog Čarlsa Darvina (Charles Darwin) *O poreklu vrsta* (*On the Origin of Species*, London, 1859) raskinulo je s tim pogrešnim shvatanjima i najavilo potpunu revoluciju u naučnom mišljenju svoga vremena. Odist, još pre Darvina, neki istaknuti naučnici — na primer Ž. L. Bifon (G. L. Buffon), Ž. B. Lamark (J. B. Lamarck), E. Ž. Sentiler (E. G. Saint-Hillaire), K. F. Rulje — pokušali su, prednjačeći daleko svome vremenu, da se pobune protiv stvaranja mitova o drevnom svetu. Ali njihovi dokazi za teoriju evolucije nisu bili dovoljno zasnovani, te su bili malo ubedljivi. Darwin je prvi jasno i ubedljivo dokazao da su sva živa bića — bilj-

ke kao i životinje, pa i sam čovek — proizvodi dugotrajnog istorijskog procesa evolucije, a ne ishod nekog tajanstvenog natprirodnog stvaranja ili pukog slučaja. Darwin je svoju teoriju podržao mnogim dokazima, ne samo iz raznih bioloških nauka, uglavnom iz taksonomije (nauke o klasifikovanju biljaka i životinja), uporedne anatomije, embriologije i paleontologije, već i iz iskustava i rezultata rada poljoprivrednika — uzgajivača i oplemenjivača vrsta. Teorija koju je Darwin izložio važi, u osnovi, i danas, mada su je njegovi sledbenici, sasvim prirodno, proširili i produbili, ispravivši njene nedostatke, gde je to bilo potrebno. Danas verovatno nema nijednog naučnika čiji rad ne polazi od osnova postavljenih Darwinovom teorijom i od Darwinova istorijskog shvatanja pitanja o postanku vrsta.

Mi sada znamo za izvestan broj činilaca koji nam omogućuju da razumemo osnovne zakone evolucije živih bića. Tako, na primer, znamo da je evolucija uvek išla od onog što je vrlo prosto do onog što je vrlo složeno, od primitivnih do vrlo posebnih oblika. Znamo da su biljke i životinje, u ekološkom pogledu, uvek zavisne od svoje sredine. Sve promene u toj sredini izazivaju i uslovljavaju promene u organizmima. Neprestane i postepene promene u sredini primoravaju organizme da prolaze kroz niz sitnih, neprimetnih promena, a ove omogućuju organizmima da nastave život u novoj sredini koja se menja, i u isti mah obogaćuju biosferu novim tipovima. Sem tih relativno dugih razdoblja postepene i stalne evolucije i prilagođavanja (evolucije u užem smislu reči), dolazilo je i do revolucionarnih promena ili skokova u razvoju površine Zemlje (to jest, orogenetskih procesa) ili njene klime (na primer, ledenih doba); te su promene bile praćene kvalitativnim promenama i evolucionim skokovima u istorijskom razvoju života (evolucionim revolucijama). Na taj način nastajale su nove razine ustrojstva žive tvari, a sami organizmi sticali su nova svojstva, nužna za život u novoj sredini. Samo se po sebi razume da su medjuveza i medjuzavisnost jedinki iz iste vrste, kao i vremenska i prostorna podudarnost različitih vrsta, prisno vezane sa ekološkom ravnotežom izmedju organizama i njihove sredine, i da isto tako postoji prisno medjudejstvo oblika i funkcije raznih telesnih organa.

Paleontologija je mnogo doprinela pobedi teorije evolucije, a učiniće još više u tom smislu. To je, zapravo, njena prva dužnost, jer uporedna anatomija dokazuje da je evolucija mogućna, uporedna embriologija da je evolucija verovatna, a paleontologija da je evolucija istinita!

Teorija evolucije jasno otkriva da su se sva živa bića razvila postepeno, iz najprostijih u najsloženija, iz protozoa u čoveka, i da čitav život zaista podseća na snažno i veoma granato drvo. To džinovsko drvo života — na kojem su se neke grane već davno osušile, druge tek sada venu, a neke, opet, još obilno bujaju — moglo je da izraste i zaista je raslo zahvaljujući jedino i isključivo vrednom radu i naučnoj radoznalosti, istrajnosti paleontologa, zoologa, botaničara, izučavalaca uporedne anatomije, embriologa i, u izvesnoj meri, psihologa. To džinovsko drvo života pokazuje nam ko su preci, braća, bliski, pa čak i najdalji rodjaci svakog na njemu zastupljenog pripadnika živoga sveta.

No pošto je krošnja toga drveta izuzetno gusta — tako da se pojedine njegove grane i grančice često gube u senci drugih — mi još nismo utvrdili dovoljan broj činjenica da bismo upoznali sve njegovo zapanjujuće bogatstvo. Zato praznine u svom sadašnjem znanju prevladavamo manje ili više domišljatim pretpostavkama, teorijama i hipotezama, kako bismo objasnili šta zasad ne znamo, koji nam dokazi nedostaju i šta je nužno za razjašnjavanje svakog problema i izvodjenje valjanog zaključka.

No radne teorije ili hipoteze nisu činjenice. To su tek pretpostavke koje izlaže proučavalac jednog problema, ne samo na osnovu svog znanja i iskustva već i nadahnut moći naslućivanja; to su samo pretpostavke koje polaze od mnogih poznatih činjenica i objašnjavaju one druge, koje još nisu ustanovljene i koje se u tom trenutku možda ne mogu objasniti ni na koji drugi način. Svaka radna teorija ili hipoteza samo je pomagalo za dalji rad, a svaka na taj način dokučena činjenica mora se potvrditi, ispraviti, dopuniti ili opovrgnuti. Stoga je dužnost svakoga naučnika da skreće pažnju na to šta je u njegovu radu ili zaključcima zasnovano na neposrednom dokazu a šta na pukom nagađanju, šta je u tom radu i zaključcima izvesnost a šta tek pretpostavka. Mi ćemo to učiniti i u ovome radu, utoliko pre što bismo hteli da čitaoci željni znanja, kojima je ova knjiga pre svega posvećena, mogu lako razdvojiti ono što nauka već zna od onoga što se tek privremeno pretpostavlja.

No, krenimo na svoje putovanje u dubine praiskonskog vremena i pogledajmo šaroliki mozaik života, od njegova prostog i skromnog početka do njegove današnje mnogostruke složenosti.

Sva živa priroda oko nas, sve biljke i životinje — ukratko, sva živa bića, ne izuzimajući ni čoveka — ishod su nezamislivo dugog procesa evolucije, koji je započeo zajedno s nastankom žive tvari, i kroz koji ona prolazi bar punih 1500 miliona godina. Sadašnji stupanj u evoluciji organizama svakako nije ni postojan ni trajan: to je samo najnoviji, a nikako poslednji stupanj, to je tek sadašnjost koja će već u neposrednoj budućnosti biti prošlost.

Svi organizmi koji danas žive — od protozoa do čoveka — uzajamno su povezani posrednim ili neposrednim rodbinskim vezama, koje sežu duboko u istoriju Zemlje i ukazuju na zajedničko poreklo organizama od prvih mrvica ili kapi žive tvari, od začetnih komadića žive belančevine.

Na izvoru života

Najranije tragove života na Zemlji predstavljali su izvesni komadići belančevine, lišeni bilo kakve opne, kod kojih se nisu razlikovali jedro i citoplazma; bile su to tako proste jedinice žive tvari da u poredjenju s njima čak i najprostiji današnji organizmi izgledaju veoma složeni i razvijeni. Prvi put život se pojavio pred kraj arheozoika, u prvobitnom okeanskom razdoblju, kad je pad temperature doveo do kondenzovanja vodenih isparenja u atmosferi, čime su po udubinama očvrsle Zemljine kore stvoreni prvi okeani.

Nikakav trag tog praiskonskog života nije sačuvan, jer su drevne stene u kojima bismo morali tragati za kolevkom života bile tokom beskonačno dugih razdoblja stalno izložene najrazličnijim poremećajima Zemljine kore, a kako ti najraniji komadi belančevine nisu posedovali nikakve čvrste ljuštore ni skelete, od njih nije ostao baš nikakav trag. Medjutim, izmedju ostalih, A. I. Oparin je nedavno uspeo da najverovatnije objasni na koji se način ta živa belančevina razvila iz neorganske materije. A upravo su se iz tih komadića žive belančevine razvili najprostiji prastari organizmi. Izvesno je da se ti osnovni organizmi još nisu jasno razdvajali u dva posebna carstva živih bića — biljke i životinje. Ipak, do tog razdvajanja došlo je relativno rano, i to je prvi i osnovni korak u opštebiološkom i evolucijskom napretku. Prema A. I. Oparinu, ova promena bila je neposredni ishod promena u stanju sredine, usled kojih su se ti prvi organizmi za svoj opstanak sve manje mogli koristiti jednostavnim organskim oblicima iz svoje okoline, te su bili primorani da od neorganskih tvari sve više stvaraju organske. Neki organizmi u tome nisu uspeli, te su izumrli, dok su drugi na taj način položili prve temelje biljnoga carstva, čiji pripadnici ni danas nisu životno vezani za organske oblike (izuzev, naravno, parazita), već su kadri da žive autotrofno — to jest, kadri su, kao sadašnje zeleno bilje, da asimiluju neorganske tvari iz svoje sredine (ugljen-dioksid iz vazduha, a vodu i u njoj rastvorene mineralne soli iz zemlje), i da te vrlo jednostavne tvari, uz pomoć sunčeve energije, preuobličuju u veoma složene organske spojeve (belančevine, masti, šećer, skrob, itd.), spojeve koji su im neophodni za razvoj i opstanak. Ova sposobnost nezavisne ishrane i danas je osobeno svojstvo biljaka, na osnovu kojeg se one bitno razlikuju od životinja, čija je ishrana heterotrofička — to jest, zavisna od tvari koje proizvode drugi organizmi. S ove tačke gledišta, *postanak života* je, u suštini, tek *postanak biljaka*, uključujući u njih viruse i bakterije; životinjsko carstvo, naime, moramo smatrati bočnom granom koja se nešto kasnije razvija iz biljaka. Danas se gotovo svi savremeni paleontolozi i biolozi slažu s ovim shvatanjem o većoj starosti organizama koji žive od neorganskih tvari preuzetih iz sredine — to jest, sa teorijom o ranijem nastanku biljnih oblika postojanja žive tvari.

U evoluciji života vidimo, dakle, dva glavna velika toka koji su doveli do stvaranja dva ogromna carstva: *biljnoga*, koje danas broji više od 300.000 vrsta, i *životinjskoga*, koje danas broji više od milion vrsta (od čega najveći broj čine insekti). Neizmerna i zapanjujuća raznolikost biljnih i životinjskih oblika uglavnom je rezultat sposobnosti žive tvari da se prilagođuje najrazličnijim uslovima svoje spoljašnje sredine na Zemlji. Biljni i životinjski oblici, naime, bili su kadri da se prilagode životu u slanoj vodi, bila ona duboka ili plitka, bistra ili ustajala, životu u polarnim kao i u tropskim oblastima, životu u vrelin i suvim pustinjama koliko i u hladnim tundrama, životu na visokim planinama i u dubokom podzemlju; pri tom su, štaviše, bili kadri da se menjaju shodno s promenama uslova u svakoj od tih različnih spoljašnjih sredina.

Najstariji organizmi na našoj Zemlji bile su, dakle, biljke, kadre da se same hrane, kojima ništa drugo nije moralo pripremati hranu; njima su bile dovoljne neorganske tvari, pošto su bile sposobne da raznim procesima izgrade od njih sve potrebne organske sastavnice.

Zanimljivo je pitanje koje biljne tipove valja smatrati filogenetski najstarijima. Mnogi naučnici pretpostavljaju da je *prvi oblik biljnog postojanja žive tvari* verovatno najviše podsećao na današnje autotrofičke bakterije. Drugi, opet, najstariji biljni tip zamišljaju u obliku *modro-zelene alge (Cyanophyceae)*. Bakterije i modro-zelena alga pripadaju organizmima čije ćelije još ne poseduju izdvojeno jedro.

Može li paleontologija dokazati da su bakterije i modro-zelena alga živеле na Zemlji još u najstarija vremena? Ona to može učiniti. Bakterije i modro-zelena alga zastupljene su na praslici postanja. Teškoća je, međutim, u tome što se ne može sa izvesnošću ustvrditi da su bakterije, na primer, najstarija živa bića za koja znamo; jer najstarije bakterije nadjene su tek u algonkiji – to jest, u vreme kad su već postojali brojni viši organizmi, poput zrakara, crva, ljuskara i bodljokožaca, čiji su ostaci, iako retki, dosta dobro sačuvani. Ta činjenica, međutim, ne sme nas zavesti, jer uvek moramo imati na umu da najstarije geološko doba u čijem su sloju one nadjene ne mora biti i doba njihova nastanka. Mi ne poznajemo njihove oblike iz vremena arheozoika iz prostog razloga što uopšte ne poznajemo arheozoički svet.

Ali nas ne zanima samo izgled prvoga organizma; ovde nas se najviše tiče njegova važnost za nastanak nekog višeg organskog tipa, a u vezi s tim dokazna gradnja je nedvosmislena. Tokom čitavog svog zaista nepojmljivo dugog postojanja na Zemlji, bakterije, kao i modro-zelena alga, išle su svojim posebnim putevima, sačuvavši do danas mnoge osobine koje su stekle na samom početku svoga života. One su uvek sledile vlastiti put, ne postavši nikad ishodište novih i bolje ustrojenih tipova.

No pored bakterija i modre alge, u to vreme je postojala još jedna grupa prvih organizama – grupa bičara (*Flagellata*). Ona postoji i danas, uključujući razne mikroskopske organizme sa same granice između biljnog i životinjskog carstva. Upravo od izvesnih tipova tih prvih bičara polaze dve glavne evolucijske staze, staze kojima su se uputila dva organska carstva, s tim što put biljnoga carstva, pošto je ono starije, seže nešto dublje u istoriju.

Danas sa izvesnošću znamo da su se razni tipovi algi – naročito razni tipovi zelene alge – razvili baš iz bičara, dok imamo puno razloga za prihvatanje gledišta da su se iz bičara razvile i gljive (*Fungi*).

Medju bičarima treba tragati i za poreklom prvih životinja, protozoa, jer postoje mnoge sličnosti i evolucijske veze između izvesnih grupa bičara s jedne, i heterotrofnih, primitivnih protozoa s druge strane.

Tako bičari ne samo što nam pružaju sliku jednog od prvih organizama već i predstavljaju tipove iz kojih se može izvesti evolucija dveju grana organskog života – biljne i životinjske. Osobine i svojstva koji ih danas odlikuju pokazuju da su bičari u drevna vremena bili kadri da postanu kamen-temeljac za razvoj prvobitnog primitivnog života na viši stupanj te da tako omoguće razvitak biljne, a kasnije i životinjske grane evolucijskog stabla. Te osobine mogu se zapaziti i danas, što i zooolozima i botaničarima omogućuje da bičare smatraju pripadnicima odnosnih oblasti. Fosili bičara veoma se retko nalaze u starim geološkim formacijama, a postaju češći tek u slojevima iz razdoblja krede, sa kraja mezozoičke ere.

Čim su se bičari, zahvaljujući svojim svojstvima, pokazali kadrima da postave temelje za nastanak novih, viših tipova, došlo je do prvog evolucijskog razmaha u prirodi, koja se tada počela razvijati u svim pravcima. No mi zasad znamo vrlo malo o tom prvom bujanju žive prirode; ne znamo mnogo ni o oblicima i putevima tog prvog razvoja, jer prvi jasni ostaci organske prirode potiču tek iz vremena proterozoika – to jest, iz vremena kad je život već bio mnogo razvijeniji i raznolikiji. Iz proterozoika, međutim, imamo nesumnjive ostatke algi, dupljara, crva, brahiopoda, morskih krinova, ljuskara i drugih tipova, od kojih neki pripadaju već visoko ustrojenim grupama. Mada su retki, nalazi proterozoičkih fosila jasno pokazuju da je u to vreme evolucija već prešla neizmerno dug put, i da to što nam je danas poznato predstavlja samo odeljak poslednje faze te praiskonske evolucije.

Dokazna gradnja kojom raspolazemo svedoči nam da je život u proterozoičkim morima već bio uzeo mnoge različne oblike i da je bio ograničen na vodu. Kontinenti su još bili pustinje lišene života, i proći će još mnogo vremena pre no što život napusti vodu i osvoji kopno. Otud je *more bilo kolevka života*, i u morima se zbila prva evolucija postojećega.

Put u dubine praiskonskog vremena

Geolog i paleontolog, poput istoričara, dele prošlost na nekoliko osnovnih doba; njima su takve podele vremena neophodne, jer se bez njih uopšte ne bi mogli snaći u neizmerno dugoj istoriji Zemlje i njenih bića. Povest o Zemlji ima svoju antiku, svoje srednjovekovlje i moderno vreme, ali svako od tih doba ne meri se samo vekovima već mnogim milionima godina. Miljokaze glavnih geoloških era ili epoha predstavljaju orogenetska razdoblja (razdoblja stvaranja planina); svako od njih menjalo je raspored mora i kopna, a time i sredinu živih bića, koja su ili izumirala ili se prilagođavala novim uslovima. Tako su nastajali novi i napredniji ogranci života, dok su oni nesposobni za evoluciju i preuobličavanje odumirali.

Praistorija Zemlje započinje njenim postankom, koji se objašnjava kosmogonijskim teorijama. Prvo razdoblje jeste epoha tokom koje je površinu Zemlje još činila mekana, otopljen masa, i kad nije bilo nikakvih mogućnosti za stvaranje života. To vreme je od nas udaljeno bar dve hiljade i pet stotina miliona godina, ali mnogi stručnjaci procenjuju da je ovaj vremenski razmak mnogo veći, pa da čak iznosi četiri do pet milijardi godina.

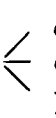
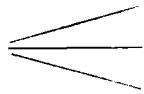
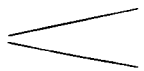
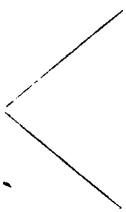
Prava geološka istorija Zemlje počinje tek u vreme kad je Zemljina kora očvrsla. Do toga je došlo u takozvanoj *arheozoičkoj eri*, koja se deli na starije, bezvodno (ahidričko) razdoblje i mlađe razdoblje praiskonskih okeana u udolinama kore, koja se sve više stvrdnjavala. U to vreme bilo je mnogo vulkanskih procesa. Vrela isparenja, gasovi, ključala voda i ogromni tokovi lave izbijali su iz jedva očvrсле Zemljine kore. U tim tokovima lava se stvrdnjavala kako na površini tako i u unutrašnjosti, i pretvarala se u stenje. Pre no što bi se smirila, lava je izbacivala najdragoceniju gradju koju je sadržavala — razne metale i njihove rude, koji su se taložili. Iz vrele mase lave još dugo su izbijali gasovi, izbacujući na površinu Zemlje ono što je nastalo u njenim najvećim dubinama. Mnogi takvi tokovi lave susretali su se i preplitali, stvarajući prve neravnine na površini Zemlje i prouzrokujući prve erozivne delatnosti iskonskih reka, koje su u drevne okeane prenosile ogromne količine gradje, a ova je stvarala prve sedimente na morskom dnu. Danas na površini Zemlje nalazimo tek neznatne tragove tih najstarijih tokova lave. Tokom duge potonje geološke epohe, reke, lednici, vetar, more i nove vulkanske delatnosti sledili su jedni drugima na svakom datom mestu Zemljine kore, čime je, ukupno uzev, uništen prvobitni vulkanski izgled Zemlje i uobličena njena šarolika geološka prošlost.

Tako je vulkanskom delatnošću stvoren prvi reljef na Zemljinoj kori, dosta sličan sadašnjoj površini Meseca. Do danas od njega nisu ostali skoro nikakvi tragovi. Stene su se raspadale i smanjivale, voda je odnosila ostatke tog raspadanja, sitnila ih i pretvarala u pesak i mulj, koji su dospevali na dno okeana. Posle vrlo mnogo vremena, kad bi dijagenetski procesi stvrdnuli taj pesak i mulj u peščarne i laporaste stene, one su se, pod dejstvom orogenetskih sila, mogle opet naći iznad nivoa površine mora. Tada bi se prvobitno morsko dno opet pretvaralo u suvo kopno. Vetar, voda i drugi geološki posrednici besno bi se oborili na nedinute i njihovoj milosti prepuštene stene, i najedali ih, grizli, sve dok one ne počnu da se raspadaju, čime bi opet započeo proces erozije, prenošenja, taloženja, izdizanja... Ali Zemljina se kora mogla otvoriti iznova, da iz razjapljenih pukotina pocure novi potoci lave, koja je otapala stare i stvarala nove stene, često tvrdje od prvobitnih. To se, jamačno, dešavalo mnogo puta pre no što je na drevnom kontinentu stvoren ijedan deo koji se sačuvao do danas, a prema kojem se moramo odnositi s poštovanjem kakvo zaslužuje jedan od najstarijih spomenika geološke istorije Zemlje.

Ukupno uzev, mora se reći da mi još veoma malo znamo o najranijoj geološkoj istoriji Zemlje. Ali to ne iznenadjuje ako se uzme u obzir da je ta drevna istorija započela bar pre nekih 2500 miliona godina. Medjutim, mnogo više znamo o kasnijoj istoriji. Znamo gde su se i kada nalazili raniji kontinenti i mora, gde su i kada postojale ogromne i prazne pustinje ili ledena polja, gde je bilo bujnih devičanskih šuma, gde neizmerno velikih vulkanskih oblasti, gde prostranih otvorenih područja s jezerima i močvarama. Tačno znamo kada je i gde morsko dno postalo kopno, a kopno se pretvorilo u morsko dno. Znamo u koje su se doba i gde veličanstvene planine izdigle zahvaljujući ogromnim orogenetskim silama, i koliko je vremena trebalo da se one erozijom i denudacijom* opet pretvore u ravnice. Znamo kakva je klima vladala u raznim geološkim dobima, i kada se menjala. Znamo koje su biljke i životinje živele u svakom razdoblju, i znamo kako su živele, kao i niz drugih, uzgrednih podataka. Doista, naše znanje se toliko uvećalo, i tako nam jasno pokazuje vremenski sled razvoja, da smo sada kadri ustanoviti epohe koje slede arheozoičkoj eri, te danas razlikujemo sledećih pet era: *proterozoičku*, *paleozoičku*, *mezozoičku*, *kenozoičku* (tercijarnu) i *antropozoičku* (kvartarnu). Svaka od tih geoloških era toliko je duga da je dalje moramo deliti na geološke formacije, kojih je u paleozoiku, recimo, bilo šest: kambrijska, ordovička, silurska, devonska, karbonska (ugljena) i permska. Te geološke formacije, kada je to potrebno, dele se i dalje, na još manje vremenske odeljke; tako se perm deli na mlađe razdoblje cehštajn (Zechstein) i starije rotligend (Rotliegendes). [Vidi tabelu geoloških vremena].

* Denudacija — *ogoljavanje, ogoličavanje, ogoljenje; otkrivanje stena spiranjem zemlje sa njih, do kojeg dolazi erozionim delovanjem vode. — Prim. prev.*

Geološka podela vremena

Ere	Razdoblja		Trajanje (u milionima godina)	Udaljenost (u milionima godina)
KVARTARNA (antropozoik) <i>Doba čovekovo</i>		holocen (naše vreme) pleistocen	1	
TERCIJARNA (kenozoik) <i>Doba sisara</i>	neogen paleogen	 	54	55
MEZOZOIČKA <i>Doba gmizavaca</i>		kreda jura trijas	65 35 35	120 155 190
PALEOZOIČKA <i>Doba beskičmenjaka riba i vodozemaca</i>	gornja		25 85	215 300
	donja		50 70 60 70	350 420 480 550
				
PROTEROZOIČKA (eozoik) <i>Razvitak beskičmenjaka</i>		algonkija huron	650	1200
ARHAJSKA (arheozoik)		praiskonsko okeansko razdoblje (s postankom života) ahidričko (bezvodno razdoblje)	900	(1500) 2100
			bar	
<i>Postanak i meko stanje Zemlje</i>			400	2500

Istorijska prošlost Zemlje odgovara *istorijskom razvitku životinja*. Dok pojava života pada pred kraj arheozoičkog doba, proterozoik je vreme razvitka beskičmenjaka; paleozoik je doba širenja beskičmenjaka, riba i vodozemaca, mezozoik je doba gmizavaca, tercijar doba sisara, a kvartar doba čoveka. *Razvoj biljaka* počinje nešto ranije od razvoja životinja, pošto se antička starina biljaka — paleofitsko doba, koje se odlikuje bescvetnicama (*Cryptogamae*) — završava u vreme donjeg perma; njihov srednji vek — mezofitsko doba, koje se odlikuje procvatom golosemenica (*Gymnospermae*) — počinje u gornjem permu a završava se u donjoj kredi, a novi vek biljaka — kenofitsko ili neofitsko doba, koje se odlikuje procvatom skrivenosemenica (*Angiospermae*) — počinje u gornjoj kredi i još traje.

Istorija Zemlje i života na njoj traje neshvatljivo dugo. Već smo rekli da je bar dve hiljade i pet stotina miliona godina prošlo od prvobitnog mekog stanja Zemlje. Ovaj ogromni vremenski raspon može nam biti shvatljiviji ako ga uporedimo s nekom tekućom vremenskom jedinicom — jednom godinom, na primer. Tako bi se u toku jedne godine geološka prošlost Zemlje podelila otprilike ovako: arheozoička i proterozoička epoha odgovarale bi gotovo trima četvrtinama godine, pa bi te dve epohe, uzete zajedno, trajale od početka januara do polovine septembra. Stvaranje čvrste Zemljine kore palo bi u rano proleće; no tada još nema praiskonskih okeana, i život se još nije pojavio. Život se prvi put javlja početkom maja; prvi razvoj beskičmenjaka u proterozoiku traje čitavo leto, sve negde do polovine septembra. Tada počinje paleozoik, sa svojim procvatom beskičmenjaka, riba i vodozemaca, i on traje do poslednjih dana novembra, da bi ustupio mesto mezozoiku, dobu džinovskih gmizavaca, koje traje do početka poslednje nedelje decembra. Ta poslednja nedelja u godini podeljena je između tercijara, doba sisara, i kvartara, koji se proslavio pojavom čoveka. No od te poslednje nedelje više od šest dana otpada na tercijar, dok kvartaru, vremenu čoveka, pripada samo jedan deo poslednjeg dana u godini; pravo odvajanje čoveka od njegovih životinjskih predaka počelo bi tek negde oko dvadeset časova te poslednje večeri, da bi se čovek, prošavši kroz nekoliko evolucijskih tipova, do ponoći razvio u svoj današnji tip. Istorija ljudske kulture i nauke predstavlja u tom poredjenju tek veoma mali deo vremena, koji odgovara nekolikim poslednjim minutima čitave godine evolucije. Ovaj prelaz sa miliona godina na vremenska merila jedne godine jasno pokazuje da je svaka geološka epoha utoliko duža ukoliko je starija; iz ovog slikovitog poredjenja vidimo i to da su evolucijska istorija čoveka, a još više njegova kulturna istorija — uporedjene s istorijom Zemlje i istorijom živih bića — jedva jedno kratko, epizodno poglavlje u velikoj povesti prirode.

Znajući sada stupnjeve puta koji smo namerni slediti od postanka života do vremena čovekova, podjimo tim putem, obraćajući pažnju na sve mnogostrukosti života koje on ima da nam pokaže.

Pradrevna evolucija biljaka

Na dalekom istočnom vidiku, sa ružičaste kolevke praskozorja, zlatni sunčani kolut izdiže se nad bezgraničnom ravni prastarog okeana, šireći na sve strane svetlost i toplotu. Na toj svetlosti blistaju talasići, hitajući obali gonjeni nežnim lahorom.

Beskraj žutoga peska i oštrog stenja obeležava obale prvoga okeana i seže duboko u kopno. No pesak i stenje podjednako su pusti, lišeni čak i najmanjeg, najprostijeg oblika života, jer u ta davna vremena pred kraj arheozoičke ere život još nije bio osvojio kopno. U tome nije uspeo ni tokom proterozoika, pa čak ni na početku paleozoika. Stoga je nad tom pustom divljinom vladala duboka, ničim poremećena tišina, prekidana jedino gromovima strašnih oluja, zviždanjem oštarih vetrova i krupnim kamenim komadima koji su se sami odvajali od stena, te se uz tutnjavu survavali niza strme planinske strane ili uz pljesak padali u vodu.

U to vreme kontinenti su širom sveta bili beživotne pustoši. Ali u vodama prvoga okeana život se već bio razvio i postepeno širio na sve strane.

Zora biljnog života

Kao što smo već videli, upravo će bičari (*Flagellata*) odigrati u evoluciji bitnu ulogu, iako znamo i za druge tipove koji nam mogu pokazati kako su, prema našim teorijama, izgledala prva živa bića.

Prve *alge* sigurno su se razvile iz jednoćelijskih bičara. Te alge nalazile su se među prvim stanovnicima naše Zemlje, a njihovi prvi evlucijski tipovi takodje su bili jednoćelijski organizmi. Višećelijske alge mnogo su mlađe od tih prvih tipova i već predstavljaju viši oblik evolucije.

S evlucijske tačke gledišta, alge znače krupan korak napred. One nam sasvim jasno pokazuju najznačajniji vid prilagođavanja, koje je pre svega bilo usmereno ka poboljšavanju načina ishrane, a zatim ka nalaženju najprikladnijih načina reprodukcije radi obezbeđivanja opstanka roda.

Prirodno je što se prilagođavanje usmereno ka poboljšavanju načina ishrane najpre ispoljilo u povećavanju površine tela, jer se tako uvećavala površina za neposredni dodir sa sredinom iz koje se organizam hranio. To uvećavanje površine tela nalazimo već kod jednoćelijskih algi, čija su se tela — uglavnom loptasta — odlikovala ispupčenjima najrazličnijih oblika. Alge iz grupe *Siphonales* dostižu znatne razmere, ponekad čak i preko 60 santimetara; odsustvo septe (međućelijske opne) čini da one izgledaju kao jednoćelijski organizmi, mada ne moraju biti takve. Njihovo telo (*thallus*) sa više ćelijskih jedara grananjem dobija ne samo veće razmere već i složen oblik; tako je, na primer, u algi iz roda *Caulerpa* talus toliko uraznoličen da neki njegovi delovi podsećaju na lišće a neki na stablo i korenje. No taj put evolucije, određen povećavanjem složenosti jednoćelijskog (ili prividno jednoćelijskog) organizma, završava se u ćorsokaku i ne dovodi ni do kakvog daljeg razvoja u organskom svetu. Kao što je to P. A. Baranov izložio, „najznačajniji uzlazni put uraznoličavanja tela organizama bio je put nastajanja i daljeg razvoja višećelijskih organizama. Ovi su najpre postojali u obliku prostih nizova ćelija; zatim su se pojavili nizovi najrazličnijih oblika, a konačno krupna, složeno sagrađena tela (talusi), koja su se granala na razne organe

i prihvatila za morsko dno.“ Ovaj način uvećavanja površine tela za neposredni dodir organizma sa sredinom u svrhu poboljšavanja ishrane pokazao se kao ispravniji i vredniji u evolucijskom pogledu, te je — uz mnoga druga poboljšanja — tokom dalje evolucije doveo do nastanka jednog višeg tipa biljaka.

Uz poboljšan način ishrane, pojava polnog procesa takodje igra značajnu ulogu u evoluciji algi i predstavlja velik evolucijski napredak.

Pre no što su se pojavile alge, svi primitivni organizmi (to jest, bakterije, modra alga i bičari) razmnožavali su se jedino bespolnim putem (vegetativno). Pri bespolnom razmnožavanju, međutim, organizmi koji se množe nastavljaju svoj razvoj na istoj razini, neposredno u svojim potomcima; s druge strane, polni proces razmnožavanja uvek dovodi do novog evolucijskog reda. No, da bi se ustanovio polni proces, u organizmu se moraju stvoriti muški i ženski *gamet*. Gameti su naročite ćelije — u biološkom, mada ne i u hemijskom pogledu, najsloženije od svih — koje prenose nasledne osobine vrste. Gameti se sjedinjuju i tako stvaraju novu ćeliju, takozvani *zigot* ili *zigosporu*, iz koje se razvija organizam sa dvostrukim nasledjem, materinskim i očinskim.

Mada kod algi nalazimo bespolno razmnožavanje, medju njima prvi put nalazimo i polno razmnožavanje. U svom najprostijem obliku ovo se kod jednoćelijskih algi sastoji u spajanju dveju jednakih ćelija; ovaj tip množenja sačuvao se do danas kod nekih *Volvocaceae*, vrlo bliskih bičarima. Jedan prost oblik polnog procesa može se naći i kod vlaknastih algi — na primer, kod sadašnjih algi iz roda *Spirogyra*. Taj proces vrši se približavanjem dvaju vlakana alge na takav način da se dve ćelije (po jedna iz svakog vlakna) — ili, ponekad, sve ćelije tih dvaju vlakana — spoje takozvanim „kanalićem sparivanja“, stvorenim ispupčavanjem njihovih opni i njihovih sadržina na površini kojom se dodiruju; tada se kroz pomenuti kanalić plazmične sadržine dotičnih dveju ćelija mešaju u jednu celinu, tzv. *zigot*, a iz ovoga se razvija nova jedinka.

Taj prosti polni proces usavršen je razvojem posebnih muških i ženskih ćelija. One su najpre bile iste po veličini, ali se muška kasnije sve više smanjivala, dok je ženska bivala sve veća; konačno je ženska ćelija postala nepokretna, dok je muška očuvala svoju pokretljivost. U daljem toku evolucije, kod viših tipova algi razvili su se i naročiti polni organi: muški, poznat kao *anteridija* (antheridium), u kojem su se stvarale muške polne ćelije (spermatozoidi), i ženski organ, tzv. *oogonija* (oogonium), u kojem se uobličavalo jaje.

Jamačno, algama je bilo potrebno nekoliko stotina miliona godina da se razviju od svojih najprostijih do svojih najsavršenijih oblika — to jest, do tipova sa složenim ustrojem, uposebljenim tkivima i osobitim polnim procesom. Te više alge obezbedile su sve uslove neophodne za dalji razvoj biljnoga carstva, tako da su iz njih mogli poteći novi, viši i još razvijeniji tipovi biljaka. Kasnije ćemo videti da se to odista i zbilo.

Može se reći da alge zaista spadaju medju najstarije stanovnike Zemlje. Do njihove pojave i širenja došlo je pred kraj arheozoika, što se može posredno dokazati na osnovu jedne ugljevitve tvari, čije su slojevitve naslage otkrivene u Finskoj i Rusiji u metamorfisanim sedimentima iz doba arheozoika. Ta ugljevita tvar u stvari je antracit bogat pepelom, koji, zahvaljujući metamorfizmu,* ispoljava mineraloška svojstva grafita. Ovaj grafitiski ugalj naziva se *šungit* i nalazi se u sloju debelom do dva metra, a nastao je nagomilavanjem nekih primitivnih algi. Iako znamo za nekoliko vrsta proterozoičnih algi, u većem broju ih nalazimo tek u slojevima s početka paleozoičke ere — to jest, iz kambrijskog, ordovičkog i silurskog razdoblja. Pored brojnih vrsta o čijem evolucijskom položaju danas ne znamo mnogo, iz tog prastarog vremena sačuvan je znatan broj primeraka zelenih i crvenih algi, a još su češći primerci onih rodova čiji su talusi bili stvrdnuti karbonatom kalcijuma, te su se lakše mogli fosilizovati — takvi su, na primer, rodovi *Dasyoporella*, *Sphaerocodium* i *Sollenopora*. Uopšte uzev, veoma su retki nalazi algi iz rodova čiji su talusi bili na taj način kalcifikovani. Graptolitski škriljac pruža još jedan dokaz o postojanju velikog broja raznih algi u morima donjeg paleozoika, a naročito razdoblja silura. Ovaj škriljac je dobio naziv po tome što je u njemu nadjeno mnoštvo odlično očuvanih graptolita. Taj škriljac se sastoji od glinovitih i krečnjačkih stena, međusobno razdvojenih i obojenih tamnomrko ili crno pomoću jedne pravilno rasporedjene ugljevitve tvari. Obično se pretpostavlja da je ova tvar nastala raspadanjem i ugljenisanjem talusa morskih algi koje su živele

* Metamorfizam — promene u sastavu stena izazvane uticajem vulkanskih erupcija. — *Prim. preč.*

u mirnim delovima silurskih mora i tu našle sredinu krajnje pogodnu za razvoj i širenje, baš onakvu kakvu su njihovi današnji potomci našli u Sargaskom moru, nazvanom tako po obilju morskoga rastinja iz roda *Sargassum*.

U ranim danima paleontološkog istraživanja naučnici su razlikovali mnogo više vrsta drevnih algi negoli danas; kasnije izučavanje, naime, pokazalo je da mnogi nalazi opisivani i označavani kao ostaci algi iz donjeg paleozoika predstavljaju, u stvari, samo tragove životinjskog puzanja i rovanja, ili proste ishode mehaničkih događaja. No ipak ima dosta dokaza da su alge već u ta drevna vremena bile široko rasprostranjene.

Biljke osvajaju kopno

Tiho širenje algi, koje je predstavljalo najraniji stupanj evolucije biljaka, iznenada je pred kraj silurskog razdoblja poremećeno jednim velikim geološkim potresom; orogenetske sile takozvanog „kaledonskog ubiranja“ dovele su, naime, do pojave novih kontinenata i novih planina. Odjednom su mnoge alge bile primorane da žive u jezerima i močvarama, koje su iščezavale ili se smanjivale i postajale sve manje slane. Ti novi uslovi promenjene sredine izvršili su dubok uticaj na alge i kod nekih izazvali znatne telesne promene. Tako se ovde nalazimo na početku jednog novog, veoma značajnog obrta, ili skoka u evoluciji biljaka, na početku etape tokom koje se zbio *prelazak biljaka iz vode na kopno*. Do ovoga je došlo pre, otprilike, četiri stotine miliona godina.

Uslovi života biljaka na suvome nisu se samo razlikovali od uslova života u vodi, već su bili vrlo raznoliki i promenljivi. U vodi biljkama nikada nije pretila opasnost dehidracije, dok je na kopnu ta opasnost bila prva životna nužnost; stoga su biljke bile primorane da stvore naročito zaštitno tkivo, epiderm. U vodi je biljka primala hranu čitavom površinom tela, dok je na kopnu morala da razvije naročite organe za uzimanje iz zemlje i raspodelu vode i u njoj rastvorenih mineralnih tvari. U vodi biljci nije bio potreban nikakav poseban mehanizam za izmenu dva gasa — kiseonika i ugljen-dioksida; na zemlji biljka je u tu svrhu morala stvoriti takozvane *pore* između ćelija epiderma. U vodi telo biljke nije se moralo podržavati nikakvim osobitim tkivima, dok su ova bila nužna za život na kopnu. Ukratko, sve što je u biljaka bilo preimućstvo za život u vodi i što se razvilo tokom duge evolucije, moralo se iz temelja menjati prilikom prelaska na život na kopnu.

Biljke su osvojile kopno krajem silurskog i početkom devonskog razdoblja. Najstariji predstavnici kopnenog biljnog sveta bili su najprimitivniji tipovi sudovima bogatih i sočnih bescvetnica, kojima, kako se pokazalo, nije srodan nijedan današnji biljni oblik; te drevne bescvetnice poznate su pod nazivom *Psilophyta*. Njihova stabaoca izdizala su se iz glavičastih ili vrežastih podanaka, račvasto se granala i na vrhu nosila posudice sa sporama. Bilo ih je bez lišća (na primer, travaste bescvetnice is rodova *Rhynia* i *Horneophyton*, ili drvetoliki *Pseudosporochus*) i lisnatih (*Psilophyton*, *Drepanophycus*, *Asteroxylon*). Neki od ovih tipova — na primer, *Taeniocrada* i *Zosterophyllum* — rasli su iz mulja plitkih obalskih voda. Spoljašnja jednostavnost njihova oblika ne sme nas navesti na pogrešne zaključke u vezi s njihovim anatomskim sklopom. Tokom evolucije od algi do *Psilophyta* život je načinio krupan skok napred. Čitavo telo *Psilophyta* bilo je već pokriveno pokožicom s porama kroz koje je ugljen-dioksid ulazio u organizam biljke, a iz ovoga se izbacivao suvišak vode i oslobođeni kiseonik; te su biljke već razvile u sebi tkiva s određenim funkcijama, a u njih se prvi put pojavio i lignin (drvovina), hemijska tvar koja je odrvenjivala zidove ćelija. Ove i neke druge osobine — na primer, dalje usavršavanje polnog procesa, koji je podsećao na isti proces u današnjih paprati — jasno ukazuju, u poredjenju s algama, na velik evolucijski napredak *Psilophyta*, i na dalekosežne promene u morfološkom sklopu i biohemijskim procesima ovih biljaka, naročito ako ih uporedimo sa sklopom i biohemijom njihovih predaka. Mi još ne znamo iz kojih su se tipova algi razvile *Psilophyta*; obično se pretpostavlja da su se one, najverovatnije, razvile iz zelenih algi, jer je zelena boja jedna od osobenosti kopnene flore.

Postanak i širenje *Psilophyta* predstavljaju veoma značajan stupanj u evoluciji biljaka. U geološkom

pogledu doba *Psilophyta* bilo je relativno kratko — trajalo je samo dvadeset do trideset miliona godina. Prve *Psilophyta* pojavile su se pred kraj silura; od sredine devona njihov se broj postepeno smanjivao, sve dok na kraju tog razdoblja nisu sasvim izumrle. Ali pre no što su za svagda nestale, neki od njihovih tipova razvili su se u prve predstavnike prašuljica (*Protolepidodendron*, *Barrandeina*, *Duisbergia*), rastavića (*Calamophyton*, *Hyenia*) i paprati — a ovi tipovi biljaka obeležavaju predele srednjeg i gornjeg devonskog razdoblja.

U prastarim karbonskim šumama

Evolucija prve kopnene flore nastavila se tokom srednjeg i gornjeg devona. Na početku karbona (razdoblja uglja), međutim, veliki orogenetski procesi „hercinskog ubiranja“ izazvali su silnu evolucijsku aktivnost u biljnome svetu. Delovanje egzogenih geoloških posrednika ubrzo je smanjilo masivne visoke planine stvorene hercinskom orogenezom. Velike poplave i ogromne reke sprale su sa planina neizmerne količine peska, prašine i gole zemlje, i nanele ih u prostrane udoline u podnožju planinskih visova. Zahvaljujući izuzetno pogodnim životnim uslovima u tim bazenima, bogatim vodom, izrasla je raskošna vegetacija. Klima je bila vlažna i topla, a vazduh vrlo bogat ugljen-dioksidom, koji je u atmosferu dospevao iz mnogih aktivnih vulkana. Ovi pogodni uslovi ne samo što su unapredili evoluciju i pomogli širenju flore već su promenili i izgled biljaka, koje su sada rasle u raskošnim drvetolikim oblicima. Tako su na Zemlji, prvi put u njenoj istoriji, izrasle drevne šume.

Najizrazitiji predstavnici biljaka iz *prastarih karbonskih (ugljenih) šuma* bile su džinovske prašuljice (*Lycopodae*), visoke od 12,5 do 27 metara; njihove su krošnje bile ili bogato razgranate (kod *Lepidodendrona*, *Lepidophloisa*, *Bothrodendrona*) ili su imale oblik bokora dugih i uzanih listova (kod *Sigillaria*, na primer); debla su im bila išarana ožiljcima od opalog lišća. Krupne kupaste sporangije* rasle su na deblu ili granama, ili su visile sa grančica na samom vrhu biljke. Drvetoliki rastavići, kalamiti (idjiroti) — na primer, *Eucalamites*, *Stylocalamites*, *Calamitina* — nisu svojom visinom nimalo ustupali drvetolikim prašuljicama; njihova krupna, izrazita debla, koja su se odlikovala uzdužnim (lisnim) rebrima, rasla su neposredno iz plitkih obalskih voda jezera i močvara. U nekih tipova (*Annularia*, *Asterophyllites*), uski, duguljasti listovi rasli su iz pršljenova na granama baš onako kako su grane izbijale iz pršljenova debla. Ispod tih drvetolikih prašuljica i rastavića širilo se obilje niskog rastinja — mahovina, krstastih kopitnjaka, zeljastih i vrežastih prašuljica i velelepni bokora najrazličnijih niskih paprati. No tu su bile i takve paprati kao *Mariopteris*, *Etapteris* i mnoge druge iz iste vrste; stremeći ka svetlosti, one su se poput lijana uvijale oko stabala velikih prašuljica, sigilarija i drugih biljaka ili su kao divno drveće sabirale svoje krupne lepezaste listove u šepurave krošnje, izdignute devet do četrnaest metara nad tlom.

Sudovima bogate (sočne, vaskularne) bescvetnice nisu jedine biljke karbonskih šuma koje su imale oblik drveća; tu su rasli i značajni zastupnici iščezle grupe *Pteridospermae*. U paleobotaničkom sistemu (sistemu drevnoga bilja) one zauzimaju najniže mesto među golosemenicama (*Gymnospermae*); to su prve golosemenice koje su se pojavile na Zemlji, a njihovi najraniji predstavnici nadjeni su još u flori gornjeg devona. *Pteridospermae* (*Neuropteris*, *Odontopteris*, izvesni tipovi iz roda *Sphenopteris* i mnoge druge slične biljke) krajnje su značajne sa evolucijske tačke gledišta, jer pokazuju put kojim su se iz bescvetnica razvile prve golosemenice. U karbonskim šumama *Pteridospermae* su rasle u izobilju, mada su bile relativno niskoga rasta. Odlikovale su se neobično velikim lepezastim listovima. S druge strane, kod jedne druge grupe golosemenica iz karbonskih šuma, *Cordaites*, nalazimo debla visoka i do 32 metra, glatka i slična stablu današnje bukve; stabla *Cordaites* bila su ukrašena bogato granatim krošnjama sa duguljastim listovima nalik na trake. Pred kraj paleozoika, tokom permskog razdoblja, *Cordaites* su izumrle ne ostavljajući potomke. Četinar valčija (Walchia: *Lebachia*, *Ernestiodendron*) bio je, u evolucijskom pogledu, najviši biljni tip iz kar-

* Sporangija (*sporangium*) — kesica u kojoj se razvijaju spore (kod biljaka bescvetnica). — Prim. prev.

bonskih šuma. I on je imao oblik drveta, često povećeg, ali njegove ostatke ne nalazimo često u karbonskim sedimentima. To nas navodi na zaključak da je ovaj četinar tokom karbona još bio redak, sem ako nam se to ne čini zato što znamo da on ide među najobilnije i najčešće biljne tipove s početka perma. Stoga je verovatnije da je četinar valčija uveliko rastao još u karbonu, ali su mu više pogodovala suvlja, vodom siromašnija područja.

U poredjenju sa starim *Psilophytama*, od kojih potiču, karbonske prašuljice, rastavići i paprati odlikovali su se mnogim značajnim prednostima. Oni su, pre svega, posedovali dobro razvijen sistem korenja i bili su bogati lišćem, što predstavlja dve važne osobine, koje su višestruko uvećale dejstvo uzete hrane. Ove odlike, združene s bolje ustrojenim sistemom sprovodnih tkiva, omogućile su im da razviju krupna tela i da se brzo šire. Tako su te biljke ostvarile potpunu prevlast nad *Psilophytama*, te tokom čitavog karbona i donjeg perma predstavljaju preovladjujuće tipove biljnog života na Zemlji. Njihovo gospodarenje Zemljom trajalo je mnogo duže od vlasti *Psilophyta*, no i njemu je došao kraj, negde tokom gornjega perma.

Iako je od vremena kad su rasle na Zemlji prošlo nekih 250 miliona godina, močvarne šume karbona i donjeg perma imaju ogroman značaj za sadašnji život, jer njima dugujemo za sve *naslage kamenog uglja*. Te prastare šume rasle su na močvarnim područjima, a kada bi starost, nepogoda ili poplava oborile koje deblo, ono bi dospevalo na dno močvare, gde su se isto tako gomilale slomljene grane, lišće i mikroskopski delići biljaka. S vremena na vreme, slojevi ilovače i peska pokrivali su te naslage biljnih ostataka, koje su kasnije prolazile kroz razne hemijske procese i procese fosilizacije — a, isto tako, bile pritiskivane sve težim slojevima stenja. Na taj način prvobitna biljna gradja pretvarala se konačno u kameni ugalj, suštinsku sastavnicu i izvor sve naše industrije. Tamo gde se danas u nebo uzdižu fabrički dimnjaci, gde se čuje tutanj mašina i oseća biće punog i delatnog života, nekada, u davnoj prošlosti, njihalo se granje nepreglednih močvarnih šuma, upijala svetlost Sunca, stenjalo pod provalama oblaka i zavijalo se u bele velove magle. Postoji uzrečica da je „ugalj okamenjeni mrak“ — no ona je daleko od istine. Ugalj nismo dobili od tame, već od blistave svetlosti Sunca, plavih voda i jasnog zelenila bilja.

S nestankom karbonskih šuma prošlo je i drugo veliko razdoblje evolucije biljaka. Ono je sledilo dobu algi i započelo pojavom prvih *Psilophyta*, što će reći da se protezalo od kraja silura i početka devona do kraja donjega perma. Bilo je to doba sočnih, vaskularnih bescvetnica, koje su odredjivale osobenost tadašnje flore i među kojima su podredjenu ulogu igrali svi drugi biljni tipovi — bilo oni stariji i primitivniji, koji su odumirali, bilo mlađi i evolucijski napredniji, koji su se tek spremali da prevladaju nad bescveticama.

Hladan vetar s leda

Poput orogenetskih procesa kaledonskog i hercinskog ubiranja odlučujući uticaj na stvaranje novih sredina za razvoj života izvršile su i temeljne klimatske promene, do kojih je došlo s prvim ledenim dobom. I tada su, kao u pomenutim prethodnim slučajevima, nove sredine suočile život s novim životnim uslovima, na koje je on, da ne bi iščezao, morao spremno odgovoriti. Jedno takvo ledeno doba pobedilo je i karbonsku floru južne hemisfere. Iako tada nastalu novu južnu floru ne smatramo potpuno glacijalnom — to jest, ne smatramo je pravom florom ledenog doba — moramo pretpostaviti da se ona suočila sa životnim uslovima različnim od onih pod kojima je uspevala suvremena severna flora. S tog je razloga pomenuta južna flora bila slabije razvijena i jednoličnija. Za nju su tipične biljke iz rodova *Glossopteris* i *Gangamopteris*, s krupnim lišćem nalik na jezike; njihovo mesto u biljnom sistemu prilično je nejasno. Pored njih, predstavnici pomenute južne flore bili su i tipovi rastavića *Schizoneura* i *Phyllothea*.

Iz rečenoga jasno sledi da već u karbonu možemo razlikovati dva velika *fitogeografska područja*, čije su se flore znatno razlikovale. Prvo područje obuhvata Evropu, Severnu Ameriku, severni deo Azije i severnu Afriku, a odlikuje se tzv. *evropskom florom*. Drugo područje obuhvata Indiju, južnu i jugoistočnu Afriku, Južnu Ameriku i Australiju, a odlikuje se tzv. *gondvanskom* (Gondwana) *florom*. Mada se ova dva područja prilično oštro razdvajaju, ima područja u kojima se rečene dve flore preklapaju i mešaju — kao što su, na primer, Sibir i severna oblast evropskog dela Sovjetskog Saveza.

Golosemenice osvajaju svet

Vreme algi, *Psilophyta* i sočnih bescvetnica — to jest, epoha evolucije biljaka od najranijih vremena do kraja donjega perma — poznato je kao *antičko doba flore*, paleofitska era, koja se odlikuje obilnim širenjem i uspevanjem bescvetnica, tipičnih za biljni život toga vremena. U gornjem permu, međutim, zbila se jedna upadljiva promena. Flora močvara karbona i donjega perma, od koje je nastao ugalj, gotovo je sasvim iščezla; na njenom mestu pojavilo se obilje golosemenica (*Ulmania*, *Baiera*, *Voltzia*), koje su se pokazale kao preteče velikog širenja golosemenica, tipičnog za skoro čitav mezozoik.

To širenje golosemenica označava drugi veliki korak u evolucijskom napretku. Pojava prvih biljaka-semenica u gornjem devonu i karbonu bila je značajan događaj. Ali pravi značaj te pojave možemo shvatiti tek ako znamo nešto više o razmnožavanju biljaka. Kad bi jedna spora iz sporangije kakve *Pteridophytae* dospela na vlažnu zemlju, iz nje se razvijao takozvani „gametofit“ s polnim organima. Ako je dotična biljka razvijala razne vrste spora, gametofit sa ženskim polnim organima razvijao se iz velike spore, a onaj sa muškim iz male. Oplodjivanja radi, bilo je nužno da muška polna ćelija dospe u arheogonijum, a za to je bila neophodna vodena sredina. Bez vode do oplodjivanja nije moglo doći. Ta zavisnost svih sadašnjih i iščezlih *Pteridophyta* (a, naravno, i ranijih *Psilophyta*) od vodene ili, bar, vrlo vlažne sredine ne ukazuje samo na činjenicu da te biljke vode poreklo od vodenog bilja, već pokazuje i koliko je njihovo rasprostriranje moralo biti ograničeno, pošto su bile vezane isključivo za vlažna staništa. Već najranije biljke-semenice oslobodile su se te zavisnosti; oplodjivale su se van vode (polen je, na primer, bio prenošen vetrom), i seme se razvijalo na samoj biljci, a ne izvan nje. No ta prednost nije bila jedina. Dok je spora samo jedna ćelija sa ograničenom zalihom hranljivih tvari, seme je višećelijski sklop, koji u sebi sadrži daleko veću količinu hrane potrebne za razvoj klice. Sem toga, semena ljspa pruža klici valjanu zaštitu od nepovoljnih spoljašnjih uticaja. Sve je ovo bilo od ogromne važnosti u evolucijskom pogledu, pošto je pružalo bolje uslove za opstanak i produženje vrste. Prve biljke-semenice posedovale su semene posudice, koje su rasle na za to naročito razvijenim listovima; te su posude na pomenutom lišću ležale nepokrivene, a seme koje se u njima razvijalo bilo je „golo“; stoga se biljke sa nepokrivenim semenim posudama i golim semenom nazivaju golosemenice (*Gymnospermae*).

S evolucijske tačke gledišta, pojava semena u biljaka prvi je i najistaknutiji znak prilagođavanja biljaka suvljim područjima u svrhu zaštite potomstva. No to nije jedina promena kroz koju su biljke morale proći da bi osvojile suvlje oblasti kontinenata; zbile su se i neke promene u tkivima, a usavršeni su i načini raspodele organizmu potrebnih tvari.

Dok je tokom devona i karbona bilo tek delimično, prilagođavanje nekih biljnih tipova suvljim područjima dobilo je opšti značaj pred kraj karbonskog razdoblja, što je bilo posledica znatnih klimatskih promena. Pred kraj karbona vlažna klima bivala je sve suvlja, prostrane močvare i baruštine stalno su se smanjivale, a peščane i kamenite pustinje osvajale su sve šire oblasti. Tokom donjega perma primitivni tipovi sočnih (vaskularnih) bescvetnica još su rasli tu i tamo, oko retkih zaostalih močvara, stvarajući jedine zelene oaze u moru peska, a kada se pred kraj donjega perma nekadašnja vlažna klima preobratiла u sasvim suvu, retke primitivne vaskularne bescvetnice nestale su za svagda. Odista, tu veliku promenu klime preživele su jedino više golosemenice; karbonske *Pteridospermae*, najniže golosemenice, nisu bile kadre da odole izmenjenim uslovima, te su nestale zajedno sa drvetolikim prašuljicama i rastavićima. Novoj sredini mogli su se prilagoditi jedino viši, veoma osobeni tipovi golosemenica. Njihova pobeda označava novu epohu u evoluciji biljaka, epohu koja se naziva *srednjim vekom biljaka*, mezofitskim dobom; ovo se odlikuje neobičnim širenjem i procvatom golosemenica i traje gotovo sve do kraja mezozoika — to jest, do početka gornje krede.

Najznačajniji predstavnici tadašnjih golosemenica bili su upadljivo raznoliki predstavnici *Cycadophyta* — ili niski, sa kratkim, loptastim ili bačvastim deblima (*Cycadoidea*), ili visoki, u obliku drveta, sa vitkim, tek pokatkad razgranatim stablom; no oba ova tipa odlikovala su se bogatom krošnjom dugih i jakih listova, uglavnom sličnih lišću palme. Među tim *Cycadophytama*, od posebnog su značaja za proučavanje evolucije biljaka predstavnici sada iščezle grupe *Bennettitaceae*, žbunastog (na primer, *Wielandiella*, *Williamsoniella*)

ili drvetolikog oblika (na primer, *Williamsonia*); upravo nam ove biljke omogućuju da shvatimo vezu s jedne strane između golosemenica i sudovima bogatih (vaskularnih) bescvetnica, a s druge vezu između golosemenica i skrivenosemenica. Pored *Cycadophyta*, u to vreme se prilično obilno pojavljuju i predstavnici četinara, poput *Ginkgo* (kao i sam rod *Ginkgo*), *Taxodium* i drveća borolikih i kiparisolikih svojstava. Na tom stupnju evolucije flore, bescvetnice su u potpunosti izgubile svoj raniji vodeći položaj među biljkama. Jedino su na senovitim i vlažnim mestima ili na obalama nekih potoka i jezera rasle različite paprati (*Thaumatopteris*, *Dipteridium*, *Hausmannia* i druge), a ponekad su se na stenama mogle naći i puzavičaste paprati (poput *Gleichenia*); raznovrsni rastavići rasli su iz baruština (*Equisetites*, *Schizoneura*), ali ni izbliza nisu dostizali razmere i rasprostranjenost svojih predaka.

Pobeda skrivenosemenica

Poslednja epoha u evoluciji biljaka nastupila je početkom gornje krede; to je takozvano *moderno vreme flore* (kenofitsko ili neofitsko doba). Kako su se u gornjoj kredi zajedno pojavile dve grupe skrivenosemenica, *Monocotyledonae* i *Dicotyledonae*, mi nismo u stanju da odlučimo koja je od tih dveju grupa starija.

Paleontološka istorija veli nam da velika promena u biljkama koje su pokrivala Zemlju nije bila ishod postepenog smenjivanja golosemenica skrivenosemenicama, već posledica jedne sasvim iznenadne i temeljne promene u sredini. Naravno, iznenadnost te promene mora se shvatiti u geološkom smislu prideva „iznenadan“ — to jest, moramo imati na umu da je za tu promenu bilo potrebno bar nekoliko stotina hiljada godina. Prelaz sa vladavine golosemenica na gospodarenje skrivenosemenica nužno nas navodi na pretpostavku da su se u životnim uslovima biljaka morale zbiti neke odgovarajuće promene, i da su se te promene zbile širom Zemlje. Ne znamo tačno koje su to promene bile; možda su i one bile povezane s orogenetskim procesima na kraju mezozoika i početku tercijara, kao i sa promenama u klimi i rasporedu mora i kontinenata. Izvesno je, međjutim, da velika većina golosemeničkih tipova nije bila kadra da se prilagodi promenama u spoljašnjoj sredini, te su golosemenice počele izumirati, dok su se evolucijski mladi i prilagodljivi tipovi skrivenosemeničkog bilja dovoljno izmenili da odgovore na nove životne uslove, te da se otud brzo rašire, kako bi napokon zavladali biljnim životom na Zemlji.

U evolucijskom pogledu, skrivenosemenice predstavljaju viši tip od golosemenica, od kojih vode poreklo. One se, međjutim, razlikuju od ovih ne samo time što im je seme skriveno u plodu, već i time što su u većine njih tučak i prašnici bili pokriveni živo obojenim laticama i zelenim čašičnim listićima. U istoriji evolucije biljaka, razvoj skrivenosemenica iz golosemenica predstavlja veliki skok napred, koji je skrivenosemenice toliko udaljio od njihovih golosemeničkih predaka da danas ne možemo tačno odrediti od kojih praotaca one potiču. Postoje mnoge teorije i hipoteze u vezi s poreklom skrivenosemeničkih (cvetnih) biljaka, no nijedna od njih nije opšteprihvaćena. Rešenje toga problema krajnje je otežano činjenicom što, po svemu sudeći, još ne poznajemo najstarije predstavnike skrivenosemenica. Njihova iznenadna pojava u bezbroju porodica i vrsta tokom gornje krede ozbiljno ugrožava pretpostavku da su se upravo u tom razdoblju pojavile; štaviše, ta pojava pokazuje da su skrivenosemenice nastale mnogo ranije, u nekoj tropskoj oblasti jednog od kontinenata koji su nestali pod vodama okeana. Ako je zaista tako, mi ni na koji način ne možemo upoznati njihove najranije predstavnike, jer su ovi zauvek sahranjeni u slojevima koji čine okeansko dno. Izvesno je, međjutim, da su se potomci tih prvih cvetnih biljaka još pre nestanka dotičnog kontinenta raširili u prilično udaljene krajeve sveta, koji i danas postoje kao kopno, te su u njima nastavili svoju evoluciju. Jako nam ne pruža ništa više, ova teorija bar na zadovoljavajući način objašnjava činjenicu da su se cvetne biljke već u vreme gornje krede pojavile tako iznenada i u tako mnogobrojnim oblicima.

Prema sklopu cveta i drvene gradje, magnolije, drvetolike lale i druge slične biljke čine najstarije tipove skrivenosemenica iz vremena krede. Sve te biljke pripadaju redu *Ranunculales*, s kojima, po pravilu, počinje svaki moderni filogenetski sistem skrivenosemenica. Ovo nam, izgleda, ukazuje na to da pretke skrivenosemenica treba tražiti među golosemenicama iz reda *Cycadophyta* ili iščezlih *Bennettitaceae*.

Pojava skrivenosemenica na Zemlji i njihovo rano ovladavanje čitavom površinom kopna značili su velik evolucijski napredak. Tamne, jednolične šume i čestare golosemenica smenile su travnate livade, pokrivene višebojnim mozaikom šarenog cveća, gustiši žbunova i ogromne šume odevene u razne prelive zelenoga. Tada su se pojavile i višegodišnje i jednogodišnje trave, dok su se mnogi tipovi skrivenosemenica prilagodili životu u vodi. Bilo je to veliko delo prilagođavanja, jer među golosemenicama nije postojao nijedan travasti niti vodeni tip. To širenje skrivenosemenica na sve strane nije samo označilo veliku pobjedu biljnoga carstva već je i stvorilo nužan preduslov za iznenadno, bujno širenje životinjskog carstva, naročito ptica i sisara.

Tipovi skrivenosemeničke flore iz gornje krede i donjeg tercijara (paleogena) pokazuju da su u to vreme jedva postojale ikakve klimatske razlike između raznih oblasti površine Zemlje; u srednjoj Evropi su, tokom eocena i oligocena, još rasle palme i mnoge druge tropske i suptropske biljke (smokve, cimetovo drvo, banana, mirta, akacija i druge). Čak je i u polarnim oblastima – na Grenlandu i Špicbergu, na primer – vladala topla i vlažna klima, te su tu uveliko uspevale magnolija, lovor, kesteni i drugi tipovi suptropskih biljaka.

S neogenom, međutim, došlo je do znatne promene. Palme i drugi toploti skloni tipovi povlačili su se polako ali sigurno na jug; na evropskim geografskim širinama zavladała je suptropska i vrlo vlažna klima, što pokazuje raširenost listopadnih šuma hrastova, raznih oraha, brestova, topola, platana, kestenova i drugog drveća koje danas naseljava južnu Evropu i Zakavkazje. U severnijim oblastima preovladjivale su četinarske šume, sastavljene uglavnom od jele, omorike i ariša. Tokom miocena, međutim, u srednjoj Evropi rasle su i ogromne šume raznovrsnih smreka, sekvoja, ariša i sada nepostojećih *Glyptostroba*.

Tercijarna flora takodje se pokazala kao veoma značajna za sadašnju industriju i ekonomiku, jer su njene neizmerne devičanske šume – koje su rasle duž reka i u njihovim deltama, kao i u nižim područjima u podnožju planina – ostavile Evropi zalihe *mrkoga uglja*, a ovaj je, mada manje dragocen od kamenoga, ipak jedna od najvažnijih industrijskih sirovina. Prošlo je mnogo miliona godina od vremena kad su, u tercijaru, te šume mrkoga uglja prvi put izrasle; bar pedeset miliona godina razdvaja današnji mrki ugalj od vremena kad se on, u obliku drveta, prvi put pojavio u paleogenskim močvarnim šumama, a bar ga trideset miliona godina deli od njegove prve pojave u močvarnim šumama neogena.

Biljni svet i ledeno doba

Tokom čitavog neogena klima se postepeno zaoštravala, te su pred kraj tercijara neki pripadnici listopadnih i četinarskih šuma izbegli iz srednje Evrope na njen krajnji jug ili pak sasvim nestali s evropskog kontinenta.

Na početku starijeg kvartara – u pleistocenu – zavladała su sasvim novi, daleko teži životni uslovi, sa vrlo osetnim, mada nepostojanim padom temperature. Atmosfersko taloženje postalo je češće i raznovrsnije; tokom dugih zima padao je i sneg – ne samo kiša, kao pre – a snežne kape na severnom polu i planinskim vrhovima stalno su se uvećavale. Lednici su rasli i spuštali se niz planine, duboko ispod snežne granice, kao što su se i sa severa protezali daleko na jug. Prelazili su mora, presecali i brda i ravnice, uništavajući na svom sporom, ledenom putu sav život pred sobom. Oni su snižavali planine, produbljivali doline, rušili i razbijali sve prepreke koje bi im se isprečile i gurali pred sobom razbijene komade stena, nagomilavajući ih kao *morene*. Oštrim ivicama otkinutih velikih komada kamena lednici su duboko zasicali u stenje preko kojeg su puzili ka dalekom odredištu svog puta, kao da su želeli da zauvek obeleže pravac svoga kretanja.

Razlikujemo dve vrste te obilne pleistocenske glacijacije (sledjivanja): planinsku glacijaciju i glacijaciju duboke unutrašnjosti severnih i središnjih delova kontinenta severne hemisfere. No isti ili sličan slučaj nalazimo i na južnoj hemisferi. U Evropi, severni ledeni pokrivač širio se sa skandinavskih planina u svim pravcima. U vreme svoje najveće rasprostranjenosti on je pokrивao čitavu Fenoskandiju; na severoistok, preko Urala, dosežao je do reke Ob, gde se sastajao sa severnosibirskim ledenim pokrivačem; na jugoistok

se širio do Volge i Kijeva, pa otud do Galicije, Pšemisla i planina Beskida, dok je jedan njegov jezik dospavao do Moravskih Vrata; dalje se, duž podnožja Sudetskih planina, protezao do Harca, donje Rajne i Britanije, koja je, izuzev najjužnijeg dela, sva bila pokrivena ledom; od Britanije, severni ledeni pokrivač se, preko Islanda, protezao do Grenlanda. U vreme kad je bila najprostranija, ta severna ledena kapa pokrivala je ogromnu površinu — više od 6 miliona površinskih kilometara. U Severnoj Americi druga ledena kapa pokrivala je čitavu Kanadu i velik deo Aljaske, prodirući duboko u Sjedinjene Države, sve do reke Ohajo i Misuri. Njena površina procenjuje se na više od 10 miliona površinskih kilometara, a debljina joj je bila neverovatna i ceni se između 24,5 i 27,5 kilometara; ove cifre mogu nam donekle predstaviti kakva je i kolika razaranja izvršio taj led.

Na južnoj hemisferi glacijacija je bila tako obilna da se stenovita podloga jedva nazirala ispod površine leda. Ogromne ledene mase pokrivala su južne delove Anda, naročito one u Patagoniji. Na zapad, te ledene mase su se spuštale do morske obale u Čileu, a na istok su silazile u argentinske pampe. Andi u Peruu i Boliviji takodje su bili pokriveni velikim planinskim lednicima.

Na planinskim visinama severne hemisfere planinski lednici stalno su se uvećavali. Tako su, na primer, u vreme svoje najveće rasprostranjenosti, alpski lednici dosežali do podnožja Švarcvalda i do gornjeg Dunava. Pirineji, Češka šuma,* Džinovske planine,** Kavkaz i drugi planinski lanci bili su svi odreda pokriveni teškim ledenim oklopom.

U takvim okolnostima, od leda su bili slobodni samo neki delovi Evrope, naročito njena zapadna, srednja, jugoistočna i istočna područja.

Suočen s tom belo-plavičastom ledenom pustoši, život se borio za opstanak pod najgorim mogućim uslovima, ali ovi, srećom, nisu trajali zadugo. Ledeni pokrivači počeli su se polako povlačiti na sever, planinski lednici — koji su se sa planinskih visova spuštali u podnožje — povukoše se u visine, i zemlja, oslobođena ledenog pokrivača, opet je odenula zelenu haljinu bilja. Ali severni ledeni pokrivač ponovio je svoj napad na južne oblasti, i ponovo su planinski lednici neumitno sišli u doline i podnožja planina, i ponovo je život bio osujećen i uništen. Zatim je sledilo novo povlačenje leda, pa nov njegov napad, i sve se to ponovilo nekoliko puta. Stoga ledeno doba ne predstavlja neko trajno razdoblje postojane klime. *Prava ledena doba*, takozvana ledena ili glacijalna razdoblja, sa niskom temperaturom i obilnim atmosferskim taloženjem, smenjivala su se s toplijim *medjuleđenim* ili *interglacijalnim* razdobljima, tokom kojih je klima u Evropi ponekad bila toplija nego danas. U medjuleđenim razdobljima porast temperature otapao je lednike, te su se ovi povlačili na sever i ka vrhovima planina. Penk (Penck) i Brikner (Brückner) razabrali su u Alpima četiri ledena razdoblja i dali im nazive prema četiri mala alpska toka; to su razdoblja ginc (Günz), najstarije, zatim mindel (Mindel), ris (Riss) i vorm (Würm), najmladje; tri medjuleđena razdoblja koja dele rečena ledena doba poznata su kao ginc-mindel, mindel-ris i ris-vorm. Iza poslednjeg ledenog razdoblja (vorm) dolazi *posleleđeno* ili *postglacijalno razdoblje*, koje je počelo pre nekih 20 000 godina. U to vreme severna ledena kapa dospela je, u svom povlačenju, negde do današnje južne obale Baltičkog mora. Početkom posleleđenog doba završava se stariji kvartar, pleistocen, i počinje mlađi kvartar, holocen.

Smenjivanje ledenih i medjuleđenih razdoblja izvršilo je velik uticaj na floru raznih oblasti Evrope. Na početku svakog ledenog razdoblja biljne vrste sklone toploti povlačile su se na jug i silazile sa planina u doline i podnožja; tokom medjuleđenih razdoblja one su se vraćale na sever i u planinske visine.

U ledenim razdobljima oblasti pokrivena ledom bile su potpuno lišene vegetacije. U graničnoledenim (periglacijalnim) područjima — to jest, u 290 do 300 kilometara širokom pojasu duž granice leda — razlikovale su se tri posebne zone vegetacije: tundra, stepa i tajga.

Na rubovima umirućih lednika, gde je iz hiljada izvora izbijala mutna voda od istopljenog leda, rasla je flora koja se danas nalazi u prostranim *tundrama* najsevernijih delova Evrope, Azije i Severne Amerike. Biljke koje pripadaju toj flori nisu se plašile dugih zima i ljutih mrazeva, a za njih su najreprezentativnije

* Češka šuma — *šumsko planinsko područje između Bavarske i Češke (nem. naziv Böhmerwald)*. — Prim. prev.

** Džinovske planine — *planinski lanac koji se proteže duž južne granice Šlezije i jugoistočne granice Pruske, između Šlezije i Češke; obično se smatra delom Sudetskih planina (nem. naziv Riesengebirge)*. — Prim. prev.

razne vrste mahovina i lišajeva, naročito „irvasova mahovina“ (*Cladonia rangiferina*, jedna vrsta lišaja) i veliki, pljosnati jastučići biljke *Dryas octopetala*; u leto njihovi beli cvetovi davali su im izgled malih zelenih čilimova osutih snežnim pahuljama ili pokrivenih jatom belih leptirova. S ovim biljkama cvetale su kame-nike (*Saxifraga oppositifolia*) i patuljaste gorske ruže (*Azalea procumbens*). Razne vrste patuljastih vrba krivih stabala stvarale su guste šumice. Tako je, na primer, patuljasta vrba *Salix herbacea*, koja i danas predstavlja najmanju od svih žbunastih biljki, gusto rasla na nevelikim površinama, često ne prelazeći visinu od osam santimetara; njena izvijena stabaoca nosila su samo po dva do četiri okrugla i zupčasta lista. Stabaoca ovih majušnih vrba, kao i stabaoca patuljastih breza, jedva da su se izdizala nad površinom vlažnoga tla, a ipak su sa lišajevima i tresetnicom (tresetnom mahovinom) rasla čak i na ivicama snegom ispunjenih kotlina, kao i na obalama ledničkih korita. Prema jugu tundra je postepeno prelazila u travnatu stepu. Iz gustog spleta najrazličnijih trava izdizali su se žbunovi malih vrba i breza, kleke i divno rascvetanog vresa; tu i tamo rasli su i patuljasti tipovi borova (*Pinus montana* i *Pinus silvestris*). Izvan stepe, sa njenom hladnom i suvom klimom, vladala je toplija i vlažnija klima tajge, koja se odlikuje prostranim četinarskim i listopadnim šumama.

Kad god se led povlačio na sever a temperatura rasla, flora sklona toploti useljavala se u te krajeve dolazeći s juga, kamo su je nekada oterali hladnoća i ledeni dah mraza. Tada su se tipovi severne flore zajedno s ledom selili na sever, u svoj nekadašnji dom (kao što su se, u slučaju planinskih lednika, alpski tipovi flore penjali u visine). Ovo povratno smenjivanje ledenih i medjuleđenih razdoblja vršilo je velik uticaj na floru, zahvaljujući naizmeničnom seljenju toploti odnosno hladnoći naklonjenih biljnih tipova sa juga na sever i sa severa na jug. Ostaci te tercijarne flore, sem retkih tragova, ili su iščezli tokom tih stalno ponavljanih selidbi — što se, na primer, zbilo u srednjoj Evropi — ili su se jednom za svagda preselili na evropski jug.

Kad ispitujemo prelazak sa flore jednog ledenog na floru potonjeg medjuleđenog razdoblja, vidimo jasno da se on zbivao postepeno. U evropskim presecima medjuleđenih naslaga zapažamo da slojevima sa tipičnom florom tundre slede najpre slojevi koji se odlikuju manjim četinarima (*Pinus silvestris*) i brezama (*Betula alba*). Ovima se kasnije pridružuju smreka (*Picea excelsa*) i jela (*Abies pectinata*), a od listopadnog drveća prva se pojavljuje topola (*Populus tremula*). U toku daljeg razvoja dolazi listopadna šuma s bogatim niskim rastinjem, koja u srednjoj Evropi označava vrhunac porasta temperature u medjuleđenom razdoblju. Od drveća koje je sačinjavalo te šume mogu se pomenuti naročito hrastovi (*Quercus robur* i *Quercus sessilifera*), bukva (*Fagus silvatica*), lipe (*Tilia platyphyllos* i *Tilia parviflora*), javori (*Acer platanoides*, *Acer pseudoplatanus* i *Acer campestre*), jasen (*Fraxinus excelsior*), grab (*Carpinus betulus*), jova (*Alnus glutinosus*), leska (*Corylus avellana*), beli glog, itd. Prilikom nastupanja novog ledenog razdoblja najpre su nestajale šume hrastova i bukava, zatim šume smreka, borova i breza, a čitav proces se završavao ponovnom pobedom flore tundre.

U nekim medjuleđenim razdobljima izvesna područja — neke oblasti srednje Evrope, na primer — imala su u svojoj flori biljne vrste koje danas više ne rastu u tim krajevima ili su se, u divljim oblicima, održale samo na jugu, u južnoj Evropi, na Kavkazu i u jugoistočnoj Aziji. U takve biljne vrste spadaju lokvanji i druge slične biljke — *Nymphaeaceae* (naročito *Brasenia purpurea*) — zatim javor (*Acer tataricum*), rododendron (*Rhododendron ponticum*), šimšir (*Buxus sempervirens*), orah (*Juglans regia*), smokva (*Ficus carica*), i druge. Neke vrste koje su — recimo, u južnoj Evropi — bile obilne tokom medjuleđenih razdoblja — kao što su „vodeni vojnik“* (*Stratiotes aloides*), vodeni kesten (*Trapa natans*), tis (*Taxus baccata*) i druge — danas su vrlo retke u tim područjima.

Do istih ili sličnih seljenja biljnih zajednica dolazilo je sa smenjivanjem ledenih i medjuleđenih razdoblja tokom pleistocena u Severnoj Americi. Ipak, postoji jedna velika razlika između selidbi flore u Evropi i u Severnoj Americi, koja je izazvana različitim orografskim uslovima ta dva kontinenta. U Severnoj Americi ta su seljenja (sa severa na jug tokom ledenih i s juga na sever tokom medjuleđenih razdoblja)

* „Vodeni vojnik“ (eng. *water-soldier*) — 1. evropska vodena biljka iz porodice Hydrocharitaceae, sa sabljastim listovima, koji se, u vegetativnom stanju, nalaze pod vodom, a plove po vodi kad biljka cveta. 2. Vrsta vodene ločike (salate). — Prim. prev.

tekla mnogo lakše negoli u Evropi, pošto svi glavni severnoamerički planinski lanci (Kordiljeri, Stenovite i Apalačke planine) slede podnevke (to jest, protežu se sa severa na jug), te su flori koja se selila ostavljali slobodan put. U Evropi, pak, svi glavni planinski lanci (Pirineji, Alpi, Karpati i drugi) teku, manje-više, se istoka na zapad, te su postavljali značajnu prepreku seljenju pleistocenske flore.

Kada je, pre nekih 20 000 godina, posle poslednjeg ledenog razdoblja (virm), započelo posleledeno doba – a s njim, kao što znamo, i mlađe razdoblje kvartara, holocen ili aluvij – severni ledeni pokrivač počeo je da se sa južnih obala Baltika postepeno povlači dalje na sever, dok se konačno, kod Ragunde u Skandinavskim planinama, nije razdvojio na dve male, posebne ledene kape. Njegovim povlačenjem, koje se odlikovalo nekim stupnjevima, iz Evrope su nestale tundre, dok su stepe brzo obrasle žbunovitim čestarom i šumama; ove su se, opet, tokom vremena pretvorile u ogromne, nepregledne šume, koje su se širile daleko na sever. Tako su Evropa i druga područja postepeno došli do one vegetacije i klime kojima se i danas odlikuju.

Praiskonska istorija životinja

Za razliku od biljaka, životinje se ne mogu hraniti autotrofno — to jest, koristeći se neorganskim tvarima iz svoje sredine — pa su se mogle pojaviti, i odista su se pojavile, tek posle prvih biljnih tipova. Otud i njihova evolucijska istorija počinje nešto kasnije od evolucije biljaka.

Prvi počeci

Naše znanje o najstarijoj fauni i njenom prvobitnom razvitku još je veoma malo. Odista, u arheozoičkim stenama nisu dosad nadjeni nikakvi životinjski ostaci, ali to, na kraju krajeva, samo potkrepljuje naša shvatanja o prvim evolucijskim epohama Zemlje, po kojima je Zemlja u to vreme bila potpuno lišena života, koji se pojavio tek mnogo kasnije. Zato s te tačke gledišta *arheozoičko doba* označavamo i kao *azočko* — to jest, kao *doba bez biljaka i životinja*. Iz onoga što smo već rekli, međutim, jasno je da ovaj drugi naziv nije sasvim ispravan, jer se pred kraj arheozoika, u takozvanom pradrevnom okeanskom razdoblju, život već pojavio i odmah počeo da se razvija. Činjenica što u gornjim arheozoičkim sedimentima ne nalazimo jasne tragove života ne obavezuje nas da izraz *azoik* shvatimo doslovno.

Postoje, u stvari, neki posredni dokazi da je tokom gornjeg arheozoika već bilo nekih tipova organizama. Setimo se, na primer, pomenute naslage grafitnog antracita u slojevima iz arheozoika u Finskoj i Rusiji. O tome smo već pisali na strani, u vezi sa postankom i evolucijom algi. Ali, strože uzev, mi doista ne poznajemo nikakve stvarne ostatke arheozoičkih živih bića. U svetlosti moderne nauke pokazalo se da nalazi ranije opisivani kao ostaci arheozoičkih organizama u većini slučajeva predstavljaju samo tobožnje fosile (pseudo-fosile), ili se bar nalaze pod velikim znakom pitanja.

Prve jasne i nesumnjive ostatke organske prirode nalazimo tek u slojevima iz *proterozoika* (ili *arheozoika* ili *eozioka* ili *algonkije*) — to jest, u slojevima iz *doba prvog drevnog života* ili *doba zore života*. Mada je i ovde moderna nauka iz spiska ranije navedenih životinjskih ostataka izbrisala vrlo mnogo imena (kao *Churia*, *Aspidella*, *Beltina*, *Cryptozoon*, *Carelozoon*, *Protadelaida* i druga), mi ipak znamo da su već tada postojale prvobitne životinje (na primer ostaci *Radiolaria* u Čehoslovačkoj i Francuskoj), sundjeri (Francuska i Severna Amerika), *Coelenterata* (Engleska, Jugozapadna Afrika i Južna Australija), *Octocorallia* koralji (iz Južne Australije), crvi koji su za sobom ostavili ne samo svoja tela nego i tragove puzanja i bušenja u mulju (kao *Planolites* iz Severne Amerike i Finske), a što je još važnije *Brachiopoda*, *Echinodermata*, a možda i *Arthropoda*, iako o poslednjima nemamo tako pouzdanih nalaza.

Jamačno, proterozoička fauna bila je mnogo bogatija i raznolikija no što nam to pokazuje ovaj kratki pregled. Kako u njoj, a tek na ovom stupnju znanja, nalazimo ostatke visoko ustrojenih beskičmenjaka (kao što su ljuskari i drugi zglavkari i bodljokošci), slobodno možemo pretpostaviti da je do proterozoika evolucija životinja već bila prešla jedan neizmerno dug put, te da mi danas vidimo samo jedan mali deo poslednjeg čina proterozoičke evolucije. O raznovrsnosti i bogatstvu proterozoičke faune možemo zaključivati i na osnovu činjenice što se već u kambrijskom moru, na samom početku sledeće geološke epohe, paleozoika, susrećemo sa svim pomenutim životinjskim redovima, i to u takvom mnoštvu oblika da prethodnu evoluciju moramo zamišljati kao veoma dugu.

Često se postavljalo pitanje zašto o živim bićima proterozoika znamo tako malo. Metamorfizam stenja tada nije igrao tako značajnu ulogu kao u prethodnim dobima. Klark (Clarke) pretpostavlja da je glavni uzrok našem neznanju to što je većini proterozoičkih organizama nedostajao čvrsti zaštitni pokrivac (oklop) – ili, bar, nekakav skelet. Zederholm (Sederholm), nasuprot tome, drži da je voda proterozoičkih mora sadržavala velike količine ugljen-dioksida, te su se krečnjačke školjke, ljušture i skeleti raznih uginulih organizama rastvarali u njoj mnogo brže negoli kasnije i danas. Medjutim, nijedno od ovih objašnjenja, niti bilo koje drugo, ne zadovoljava u potpunosti, te mi zasad još ne znamo pravi razlog zbog kojeg u proterozoičkim stenama nalazimo tako malo fosila.

Proterozoičke životinje zanimljive su ne samo zbog svoje primitivne prirode već i zato što među njima nalazimo tipove koji nemaju baš nikakvih sličnosti sa danas poznatim organizmima. Tako na primer u oblasti Ediakara, oko 450 kilometara od Adelaide, u Australiji, osim ostataka meduza (*Beltanella*, *Medusina*, *Cyclomedusa* i drugih), *Octacoralla* (*Charnia*, *Charniodiscus*, *Rangea*) i crva (*Dickinsonia*, *Spriggina*) bili su nadjeni i tipovi (*Parvarcorina* s čudnim štitastim telom očigledno sa privescima ili *Tribrachidium* s neobičnim trostranim simetričnim telom sa tri kraka i pipcima) koji nisu slični ničemu niti u izumrlom niti u današnjem životinjskom svetu. *Xenusion* je drugi neobični tip; on je otkriven u pleistocenskim slojevima kod Hajligengraba u Nemačkoj. Kvarcitski šljunak u kojem su nadjeni ovi neobični fosili verovatno potiče iz proterozoičkog doba. Između ostalih, ovaj nalaz podrobno je proučavao Pompecki, koji ga upoređuje sa trilobitima, prstenastim glistama (*Annelides*), stonogama (*Myriapoda*), ljuskarima i drugim grupama, ali se ne usudjuje da ga makar i privremeno stavi u ma koju od njih. Medjutim, pojava tih neobičnih primitivnih tipova, za koje ne nalazimo nikakve kasnije analogije, i drugih, takozvanih *združenih* (*kolektivnih*) *tipova* – to jest, tipova u kojih se javljaju svojstva dveju ili više različitih grupa – ne treba da izaziva nikakvo posebno čudjenje. Ne smemo zaboraviti da ti tipovi potiču iz vremena kad se evolucija beskičmenjaka razvijala u svim pravcima i kad su se oni naveliko širili da bi stvorili osnove za najrazličnije životinjske grupe, od kojih su se održale samo one čije se telesno ustrojstvo i prilagodljivost pokazale kadrima za dalju evoluciju i grananje. Naravno, ti združeni tipovi ne ograničavaju se na proterozoičku faunu; oni se javljaju i kasnije, ali uvek u vreme kad se zbivala kakva nagla, brza i veoma razgranata evolucija nekog određenog reda ili grupe.

Mada je najstarija na Zemlji, proterozoička fauna je to samo u *vremenskom*, a ne i u *evolucijskom* smislu reči. Proterozoičke životinje, koje su već vrlo raznolike i mnogobrojne, imaju za sobom jednu neobično dugu evoluciju praiskonskih životinjskih tipova, do čijeg je nastanka i prvog širenja moralo doći još negde pred kraj arheozoičke ere.

Širenje proterozoičke faune, medjutim, nije teklo mirno i ravnomerno tokom čitave te epohe, jer je u njoj došlo do naglog pogoršanja životnih uslova, izazvanog klimatskim promenama. Vrlo veliko snižavanje prosečne temperature zahvatilo je čitavu Zemlju, koja je tada prvi put prošla kroz nekakvo „ledeno doba“. Po mišljenju mnogih paleontologa, ta klimatska promena imala je kobne posledice po širenje proterozoičkog života, pošto je od njega naplatila surovo visok danak. Sve veoma specijalizovane vrste nisu se mogle dovoljno brzo prilagoditi toj klimatskoj promeni, te su uskoro izumrle. Opstali su jedino nespecijalizovani tipovi, jer su oni, u evolucijskom pogledu, još bili dovoljno prilagodljivi. Tada su na raskošnom, rascvetanom drvetu života prvi put uvenule i osušile se neke grane i grančice. No one koje su ostale razvijale su se i dalje i postale su praroditelji svih drugih životinja; uspešno se razvijajući i šireći tokom potonjih vremena, mnoge od tih prvobitnih životinja i danas žive u svojim dalekim i izmenjenim potomcima.

U kambrijskim morima

Mnogostruki život proterozoičkih mora još je skriven maglovitim velovima praiskonske prošlosti, a naše sadašnje znanje tako je manjkavo da poznajemo tek jedan njegov sasvim nevažan deo; no, ma koliko štur bio, taj deo nas može uveriti da se život u to vreme već uveliko razgranao i da se rana evolucija beskičme-

njaka već bila upotpunila, bar u glavnim linijama. U sedimentima najstarijih paleozoičkih, *kambrijskih* mora, međutim, ostalo nam je toliko tragova tadašnjeg života da ga sasvim jasno možemo videti pred sobom. Mnogobrojnost živih bića u kambrijskom razdoblju možda je povezana s velikim orogenetičkim preokretom do kojeg je došlo pri kraju proterozoika. Posle tog pomeranja Zemljine kore zavladali su novi i unekoliko povoljniji životni uslovi. U svom pregnuću da ostvari ravnotežu sa sredinom, život se iznova brzo izmenio, a pošto su životni uslovi tog puta bili povoljni, on se i dalje brzo menjao, i razvijao se u svim pravcima. Upravo su zato sve glavne grupe životinja (izuzev kičmenjaka) imale svoje zastupnike još u vreme najstarijih kambrijskih mora. Jedno od najpoznatijih nalazišta kambrijske faune jeste onaj sloj finog srednjokambrijskog škriljca koji je Volkot (C. Walcott) otkrio 1910. godine kod Filda u Britanskoj Kolumbiji, Kanada. Volkot je tu našao 70 rodova i 130 vrsta jedinstveno uspešno sačuvanih fosila. Taj nalaz je zaista morao izazvati opšte uzbudjenje, naročito izuzetno dobro sačuvanim otiscima talusa čak i najtananijih algi, divno sačuvanim otiscima tela raznih meduza, crva (glista) — često sa jasnim tragom kanalića za ishranu (*Ottoia*) — listonogih ljuskara, *Phyllopora*, sa pipcima i rebrima (*Waptia*), i tako dalje; mnogi od ovih fosila nametali su potrebu za majstorskom preparacijom primerka. Neke tu nadjene vrste održale su se gotovo nepromenjene do danas — na primer, ondašnja *Ayschaia* predak je današnjih *Peripatusa*, a *Amiskwia* današnjih *Sagitta* (morskih strela). Ali i druge zemlje — na primer, Britanija, Francuska, Nemačka i Čehoslovačka — takodje su se proslavile nalazima kambrijske flore.

Trilobiti predstavljaju osobeno obeležje kambrijskih mora; na prvi pogled oni veoma podsećaju na ljuskare, medju koje su svrstavani sve donedavno. Ali, kako se oni razlikuju od ljuskara sklopom člankovitih nogu, danas ih stavljamo u posebnu grupu *Trilobitomorpha*, koja sa grupom *Chelicerata* čini poseban podred, nazvan *Arachnomorpha* (to jest, paukolike životinje). Trilobiti nisu toliko plivali po moru koliko su puzili po dnu i kroz mulj, tražeći sitne životinje i mrtvu organsku tvar; stoga ih ponekad nazivaju „čistačima morskog dna“. Znamo više rodova i vrsta trilobita — *Olenellus*, *Paradoxides*, *Ellipsocephalus*, *Olenus*, *Diceloccephalus*, i tako dalje. Trilobiti, sem toga, spadaju medju one retke fosilne životinje čiji životni put poznajemo u potpunosti — od stupnja jajeta do potpune zrelosti; taj takozvani ontogenetski razvoj poznat je iz primerâ nekih vrsta, a prvi put ga je opisao Barand (Barrande), na primeru vrste *Sao hirsuta* iz kambrijskih slojeva u srednjoj Češkoj.

Drugu osobenost kambrijskih mora predstavljaju brahiopodi, čija su tela bila skrivena izmedju dva nejednaka školjkasta poklopca, ledjnog i trbušnog; njihov naziv izveden je iz dva uda u obliku pipaka, pomoću kojih je životinja prinosila hranu ustima i preko kojih je disala. Nejednakost poklopaca i njihova simetričnost (ako se prodje kroz vrh i središte poklopaca) omogućuje nam da ih lako razlikujemo od školjki, *Lamellibranchiata* i drugih mekušaca sa dva poklopca. Većina kambrijskih brahiopoda imala je poklopce od jedne rožnate tvari, ojačane fosfatom kalcijuma; ti se poklopci nisu držali na šarki (kao kod mnogih današnjih školjki). Oblik poklopaca tih prilično primitivnih vrsta umnogome podseća na poklopce još postojećih rodova *Discina* i *Lingula*. Od mnogih tipičnih kambrijskih rodova posebno se mogu pomenuti *Obolus*, *Lingulella*, *Jamesella*.

No i druge su životinje našle svoj dom u kambrijskim morima. Bilo je naročito mnogo raznih sundjera, uglavnom tipova sa silicijumskim komadićima skeleta; nasuprot sadašnjim silicijumskim sundjerima, koji žive u hladnoj vodi većih dubina, ondašnji sundjeri živeli su u morskim plićacima, koje su stalno osvetljavali i grejali sunčevi zraci. U mulju kambrijskih mora živeli su razni crvi (ili gliste), a naseobine takozvanih *Archaeocyathidaea* pokrivalo su kamenito dno. Ove su životinje živlele jedino u kambrijskim morima, a pokazuju velike sličnosti sa krečnjačkim sundjerima, kao i dupljarima (*Coelenterata*), naročito koralima; od karbonata kalcijuma one su sebi gradile male čašaste ljuštore. Znamo za debele naslage arheociatinskog krečnjaka iz Severne Amerike, zapadnog Sibira i Australije. U kambrijskim morima školjke i puževi bili su tek na početku svog razvoja. Od grabljivih glavonožaca pojavili su se prvi *Tetrabranchiata* (četvoroškržni glavonošci), prvi drevni nautiloidni tipovi (to jest, tipovi nalični današnjem *Nautilusu*), i dosta tajanstvena *Volborthella*. *Hyalithus* je bio prilično brojna; često njegove trostrane ljuštore sa poklopcima gusto pokrivaju podlogu nekih kambrijskih naslaga škriljca; ranije je svrstavan medju *Pteropoda*, a danas ga naučnici radije stavljaju u jednu posebnu, iščezlu grupu mekušaca. Medju bodljokošcima značajni su iščezli

Cystoidea; oni su se odlikovali oklopima u obliku vreće ili diska, koji su bili sastavljeni od brojnih nepokretnih i nepravilnih pločica, a često su, sem toga, bili snabdeveni kratkim stabacem i tankim udovima.

U ordovičkim morima

Život je u *ordovičkim morima* bio još mnogostraniji negoli u kambrijskim. Mnoge grupe beskičmenjaka dostigle su tada vrhunac svoga razvoja, dok su druge, opet, tek počele da se šire. Pri kraju ordovičkog razdoblja evolucija je odmakla tako daleko da su se u morima pojavili i prvi prastari kičmenjaci.

Od bodljokožaca, *Cystoidea* (*Mytrocystella*, *Dendrocystites*, *Aristocystites*, *Echinospaerites*, itd.) dostigli su vrhunac svoje razgranatosti. Morski krinovi (*Crinoidea*) prvi put su se pojavili obilnije, razvivši se, verovatno, iz svojih cistoideskih predaka. Iako u ordovičkim morima nisu bili ni izbliza tako široko rasprostranjeni kao kasnije, niti podeljeni u tako velik broj veličanstvenih vrsta, morski krinovi su već tada predstavljali lep ukras svojih voda. Njihovo telo, pokriveno pločicama lepo postavljenim u krug, držalo se za dno dugom, pokretnom stabljikom, sastavljenom od većeg broja prstenastih odeljaka (*columnala*). Usta životinje bila su okružena vencem pokretnih udova, koji su ponekad bili i razgranati. Morski krinovi su obično stvarali veoma lepe bokoraste naseobine. Kada pokušamo da zamislimo kako je roj prozirnih meduza zvonastog ili poluloptastog oblika, ukrašen mnoštvom udova ili trakastih repića, plivao ili lebdeo iznad prekrasnih bokora čašolikih morskih krinova, veoma sličnih ogromnim cvetnim pupoljcima koji se leluju na dugim stabljikama, moramo reći da je s tim životinjama rodjena i lepota, te da je već u to vreme postojala na Zemlji. Brahiopodi su se takodje razgranali u velik broj novih familija, rodova i vrsta, a u poznijim ordovičkim morima preovladjivali su oblici sa krečnjačkim poklopcima koji su se spajali šarkom (*Clitambonites*, *Porambonites*, *Orthis*, itd.). Školjke (*Lamellibranchiata*) i puževi (*Gastropoda*) takodje su se razgranali i uposebili u mnoštvo rodova i vrsta. U ordovičkim morima dolazi do prvog razgranjavanja *Tetrabranchiata* (četvoroškržnih glavonožaca), koji se odlikuju ljušturama snabdevenim komorom; tada su se raširile i sve primitivne *Nautilidae*, čiji su se prvi, skromni počeci javili još u kambrijskim morima (*Vorborthella*), a čiji poslednji preživeli tip predstavljaju četiri vrste današnjeg *Nautilusa*, koji živi u prilično dubokim vodama Indijskog okeana. Ljušture ordovičkih nautilida bile su prave i kupaste; životinja je živela u poslednjoj (telesnoj) komori; druge komore, medju sobom razdvojene opnama, bile su ispunjene vazduhom ili kojim drugim gasom, te je čitava ljuštura služila kao kakav hidrostatski uređaj. Kroz svaku od tih opnastih pregrada prolazio je dug i uzan kanalić nalik na tunel, kroz koji je, opet, do samog šiljatog vrha ljušture prolazio naročit, žaoki sličan telesni izraštaj, takozvani *siphuncle*; još ne znamo zasigurno kakva je bila funkcija toga *siphunclea*; čini se da je on služio kao neka čvrsta veza životinje sa ljušturom, a možda je, isto tako, omogućavao životinji da upravlja svojim kretnjama. *Nautilidae* su bile grabljive životinje i u to su vreme njihovi ordovički predstavnici (*Endoceras*, *Orthoceras*, itd.) počeli da ozbiljno pljačkaju more. U ordovičkim morima, trilobiti, različitih veličina i oblika tela, takodje su bili u punom sjaju svog razvoja (tu su *Asaphus*, *Illaeus*, *Cyclopyge* s preterano razvijenim očima, *Dalmanitina*, *Selenopeltis* s ogromnim bodljama na glavi i telesnim odeljcima, i tako dalje).

U ordovičkim morima prvi put su se pojavili *Graptolites*. Oni se odlikuju brzim razvojem i, u isti mah, širokim rasprostranjivanjem (pomoću planktona). Graptoliti su stvarali bokoraste ili trakaste naseobine, koje su kod jedne grupe (*Dendroidea*) bile neposredno vezane za pokretne gužvice algi (ili, mnogo redje, za razne podloge na dnu mora); kod druge grupe (*Graptoloidea*), životinje su, zahvaljujući naročitim plovnim mehurima, plovile blizu površine vode, ili su pomoću dugih vlakana bile vezane za gužve algi. Sićušne jedinke u tim naseobinama živele su u cevastim komoricama od savitljivog hitina. Naseobina je rasla pupljenjem od jedne odredjene jedinke, takozvane *siculae*. Ranije su graptoliti svrstavani medju dupljare. Shodno istraživačkom radu poljskog paleontologa Romana Kozlovskog (Roman Kozłowski), mi ih danas stavljamo u klasu *Pterobranchia*, koja sa klasom *Enteropneusta* u mnogo čemu sačinjava najviše ustrojenu grupu beskičmenjaka (grupu poluhordata, *Hemichordata*). Graptoliti su iščezli pri kraju paleozoika, ali današnja fauna ipak sadrži tipove koji spadaju medju njihove daleke srodnike — na primer, tip *Rhabdopleura normani*

iz Severnog mora. Stariji tipovi graptolita stvarali su bokoraste naseobine. Tokom evolucije broj ogranaka se postepeno sveo na dva ogranka, koji su se na kraju telesnog vlakna, zvanog *nema*, račvasto razdvajali. Još kasnije, ti ogranci su se povili unazad, ka vlaknu, dok ga konačno nisu poklopili. Na taj način nastali su dvoredni, diplograptni tipovi. A još kasnije (tokom silura) jedan niz spomenutih poklopaca je iščezao, pa su tako nastali jednonizni, monograptni tipovi, s kojima su graptoliti izumrli. Jedino su kupasti i žbunasti tipovi tih dendroida uspjeli da se sačuvaju, te ih nalazimo čak i u razdoblju karbona. Značajne su sledeće vrste graptolita iz ordovičkih mora: *Dichograptus* s osam ogranaka, *Tetragraptus* sa četiri ogranka, *Didymograptus* sa dva ogranka u obliku račve, *Dicellograptus* sa dva povijena ogranka, *Phyllograptus* sa četiri naizmenično prepletene grane, dvoredni *Diplograptus* i drugi.

Mahovinaste životinje ili *Bryozoa* predstavljaju još jednu grupu iz ordovičke faune koja se u mnoštvu oblika održala na Zemlji do danas. Neke od njih razvile su se u divne naseobine koje izgledaju kao pravi vez, a kojima stari kamenolomci u srednjoj Češkoj daju slikovit naziv „čipka“.

Korali (*Anthozoa*), koji su pripadali trima različnim grupama, bili su važne pridošlice u ordovičkoj fauni. Prva od pomenutih grupa bila je grupa *Tetracoralla*, koja je postala tipična za sva kasnija paleozoička mora, gde je igrala upravo onu ulogu koju je, još kasnije, igrala iz nje nastala grupa *Hexacoralla*; ova je u mezozoičkim morima preuzela prvenstvo medju koralima i održala se do danas. Razlika izmedju ovih dveju grupa leži uglavnom u tome što su pregrade i pipci kod *Tetracoralla* bili zasnovani na broju četiri, a kod *Hexacoralla* na broju šest. Pomenuti korali živeli su ili pojedinačno ili su stvarali naseobine. Korali *Tabulata* uvek su stvarali naseobine najrazličnijih oblika, u kojima je svaka životinja gradila sebi čvrstu krečnjačku ljušturu s više poprečnih pregrada, takozvanih pločica (*tabulae*). Treća grupa koralu u ordovičkim morima obuhvata takozvane *Heliolitidae*, pripadnike reda *Octocoralla*; i ti su korali stvarali naseobine različnih oblika, često i od po nekoliko stopa u prečniku. Svi pomenuti korali rasli su u gustim skupinama (*biohermae*) na prikladnim mestima na morskom dnu, i ponekad su ostavljali utisak koralnih grebena; no ova je sličnost samo prividna.

Medjutim, najznačajnija osobina ordovičkih mora sa tačke gledišta istorije evolucije jeste činjenica da su se pred kraj tog razdoblja pojavili najraniji bezvilični kičmenjaci (*Agnatha*), na koje ćemo morati da se vratimo.

U silurskim morima

U silurskim morima došlo je do velikog širenja beskičmenjaka, a osobita odlika toga vremena jeste silan razvoj životinja sa krečnjačkim ljušturama i skeletima.

To burno i mnogostrano širenje zbilo se, pre svega, medju koralima, trilobitima, školjkama, puževima, brahiopodima, glavonošcima, morskim krinovima... Tu i tamo morski su krinovi bili tako mnogobrojni da su stvarali prostrane veličanstvene čestare; posle njihova uginuća, tela su im se raspadala, te tako oslobođene pločice iz njihovih čašica i prstenastih *columnala* njihovih stabljika sačinjavaju danas mnogi krečnjački sloj. Silurski brahiopodi bili su tako brojni da su neka nalazišta silurskog krečnjaka prosto pretrpana njihovim poklopcima. Ljuskari su se takodje veoma razvili; za njihovim nastankom, medjutim, valja tragati još u ordovičkim, pa i u kambrijskim morima. *Arachnomorpha* (paukoliki zglavkari) takodje su se veoma razgranali; pripadali su grupi *Xiphosura*, od koje je, kao jedini moderni predstavnik, do danas opstala samo dobro poznata „kraljevska kraba“ (*Limulus*); u silurskim morima, *Arachnomorphae* su, na primer, bili zastupljeni *Eurypterusom*, kod koga se poslednji, šesti par nogu bio preuobličio u moćne organe za veslanje; valja pomenuti i *Pterygotusa*, čiji se drugi par udova pretvorio u snažna klešta, kao i *Carcinosomau*, sličnu jakrepu (skorpiji), sa ostrim, sabljoliko povijenim žalcem na kraju tela (žalac je verovatno bio povezan sa nekom otrovnom žlezdom); značajan je, konačno, i džinovski *Stylonurus*, koji je dostizao dužinu i do 3 metra. Svi ovi i mnogi drugi morski jakrepi bili su užasne zveri silurskih mora.

Dok su ove grupe bujale u silurskim morima, druge — kao, na primer, *Cystoidea* — povukle su se u senku.

Medjutim, s evulucijskog stanovišta, najznačajnija i najizrazitija osobina silurskog razdoblja svakako

je to što se u tim drevnim morima pojavio velik broj *najranijih primitivnih bezviličnih kičmenjaka*, sličnih ribama. To je odista predstavljalo krupan korak napred, jer je označilo prvu pojavu jednog tipa višeg čak i od najviše ustrojenih beskičmenjaka; bila je to pojava tipa koji je iz krajnje skromnih i neuglednih početaka odmah krenuo dalje, neprekidno stremeći napred i naviše, dok konačno nije došao do sisara i samoga čoveka. Neće biti gubljenje vremena ako se malo zadržimo na tom putu.

Kolevka najranijih kičmenjaka

Silurske vode poznate su sa pojave najranijih kičmenjaka.

Zasad još ne znamo mnogo o njihovoj postanku i početnom razvoju. Mada su izložene mnoge, često veoma promišljene teorije o njihovom poreklu, o tome još ništa ne znamo pouzdano. Pouzdano se zna jedino to da su ti najraniji primitivni bezvilični kičmenjaci podsećali na ribe, i da su se brojnije javili tek u siluru, mada su njihovi prvi predstavnici (*Astraspis desiderata* i *Eriptychius americanum*) nadjeni u severnoameričkim slojevima iz gornjeg ordovika. Ako su se makar i retki tipovi tih primitivnih kičmenjaka pojavili u ordovičkim slojevima već sasvim razvijeni, onda za njihovim poreklom moramo tragati među nekim pradrevnim hordatama, čiji je jedini današnji predstavnik amfioksus (*Amphioxus*), mada, po V. K. Gregoriju (W. K. Gregory), veoma izmenjen u poredjenju s precima; do prvog razvoja hordata moralo je doći bar u kambrijskom moru, ako ne još u morima proterozoika. Te rane hordate V. K. Gregori naziva „osnovnim hordatama“.

Sve te primitivne kičmenjake svrstavamo u grupu *Ostracodermi*; te su životinje posedovale unutrašnji rskavičavi skelet i čvrst spoljašnji oklop, sastavljen od koštanih ploča i štitova; taj oklop predstavljao je kao nekakvu zaštitnu kutiju za glavu i više od prednje polovine tela životinje; od oklopa je bio slobodan samo zadnji, repni deo tela. Parni udovi nisu postojali, a slušni (ili, bolje, ravnotežni) organ bio je tek naznačen dvema polukružnim kanalićima. Ali najznačajnija osobina tih životinja svakako je odsustvo donje vilice. Po nekim pomenutim odlikama, *Ostracodermi* se veoma približavaju sadašnjim *Cyclostomatama* („koloustama“), s kojima su vrlo slični i po moždanom sklopu, dok se upadljivo razlikuju od svih drugih kičmenjaka, a naročito riba; stoga *Ostracodermi* i *Cyclostomatae* združujemo u grupu *Agnathi*, a ova je u taksonomijskom pogledu ravnopravna sa grupom *Gnathostomi*, kojoj pripadaju svi drugi kičmenjaci — ribe, vodozemci, gmizavci, ptice i sisari.

I V. K. Gregori i E. A. Stensiö (E. A. Stensiö), veliki švedski paleontolog koji je toliko doprineo našem poznavanju primitivnih (*Agnathi*), pretpostavljaju da su preci ovih životinja bili ne samo golišavi već i prozirni, i zaista se možemo čuditi kako su se od tih prozirnih životinja razvili tako teško oklopljeni tipovi. Homer Smit (Homer Smith) objasnio je ovu činjenicu kao posledicu prelaska njihovih potomaka iz mora u slatku vodu. Razlika između gustine rastvora soli u moru i one u svežoj, slatkoj vodi bila je tolika da je prodiranje vode u organizam životinja pretilo da dovede do opasnih otoka i tumora, pa su se one, zaštite radi, pokrile čvrstim spoljašnjim skeletom. Gregori, međutim, s pravom ističe da nema nikakvih dokaza da *Ostracodermi* potiču od ranijih morskih hordata, već da, sasvim suprotno, oni mogu poticati od ranijih slatkovodnih hordata. Otud čitavo pitanje njihova porekla ostaje zasad otvoreno.

Ostracodermi se dele na nekoliko grupa, prema sklopu oklopa i rasporedu zaštitnih ploča. Zanimljivo je pomenuti da su se već pri kraju silura pojavili nekoliko oblika sa tanjim i lakšim oklopom (na primer, *Phlebolepsis*), pa čak i tipovi bez ikakvog spoljašnjeg skeleta (na primer, *Jaymotius kerwoodi*, u kojem Gregori vidi neposrednog pretka *Amphioxusa*). Prelaz sa teškooklopljenih oblika na one bez spoljašnjeg skeleta bio je, dakle, postepen. Glavna evolucija *Ostracodermi* zbila se u silurskim morima; u devonskim morima oni su bili u opadanju, i konačno su iščezli. Znamo mnoge različite rodove *Ostracodermi* — *Pteraspis*, *Drepanaspis*, *Cephalaspis*, *Birkenia*, *Lanarkia*, *Thelodus* i tako dalje. Znamo čak i za rodove (na primer, *Kiaeraspis*) koji su posedovali električne organe, ne samo zaštite radi već i za ošamućivanje ili ubijanje žrtava.

Ostracodermi imaju velik evlucijski značaj. Oni su bili ne samo preci jedne dalje i više grupe kičmenjaka, takozvanih *Placodermi* (nekakvih prvih riba iz kojih se sve druge mogu izvesti), već i daleki preci današnjih

Cyclostomi, koje se, međutim, usled svog parazitskog života preobraćaju u prostije tipove, čija je glavna odlika potpuni gubitak oklopa.

U devonskim morima

Ako je u silurskim morima utrven put fauni modernijoj od one u prethodnim vremenima, fauna *devonskih mora* bila je, prosto rečeno, ispunjenje toga obećanja. Tu su se pojavile gotovo sve grupe kičmenjaka, te je dalja evolucija, u potonjim geološkim dobima — neprestano prilagođavanje i usavršavanje sve modernijih i viših tipova, kao i, razume se, uporedno odumiranje staromodnih i primitivnijih tipova — samo dopunila razne grupe, familije i rodove. Ipak, u devonskim vodama pojavila su se dva došljaka u životinjskom svetu.

Medju beskičmenjacima značajna je pojava nove grupe glavonožaca *Tetrabranchiata*, grupe takozvanih *Goniatida*. Njihova ljuštura — podeljena na komore, uvijena, i oblikom uglavnom slična disku — odlikovala se time što su šavovi pregradnih opni bili izlomljeni po cik-cak liniji. Prvi pripadnici grupe *Goniatida*, koji su se pojavili još na prelazu iz silura u devon, verovatno su poticali od nautiloidnih predaka iz silurskog roda *Protobactrites*. U kasnijim, karbonskim vodama, međutim — kroz sve veće usložnjavanje linije šava i njegovih režnjeva — iz njih su se razvili prvi *Ammonites*, široko rasprostranjeni u svim mezozoičkim morima i za ova veoma tipični.

No devonsko doba sa svojim vodama izuzetno je značajno zato što je u njemu došlo do velikog širenja riba; stoga se devonsko doba ponekad naziva i *dobom riba*. S tačke gledišta evolucije, najstarije i najvažnije medju tim ribama bile su takozvane *Placodermi*, grupa oklopljenih riba koje u razvoju kičmenjaka predstavljaju stupanj viši od onoga silurskih *Ostracodermi*. U stvari, iako su se prvi put pojavile još u gornjo-silurskim vodama, njihovo glavno širenje i procvat zbili su se u vodama devona; u karbonu su sasvim iščezli i njihovi poslednji predstavnici. Te su se ribe odlikovale višim telesnim ustrojstvom od *Ostracodermi*. Imali su parne nosne otvore, bar jedan par kostima prožetih i izrazitih grudnih udova, a, što je najvažnije, posedovale su, kao svi drugi kičmenjaci, dve vilice, koje su bile protivpoložene i poklapale se, a koje, u stvari, predstavljaju visoko razvijene škržne lukove. Po mišljenju V. K. Gregorija, za precima *Placodermi* treba da tragamo medju *Cephalaspidima* iz grupe *Ostracodermi*. Zbog njihova primitivnog izgleda i mnogih primitivnih osobina neki paleontolozi označavali su *Placodermie* kao praiskonske oklopljene ribe; one su živele u raznim devonskim vodama — uglavnom u pličim obalskim vodama i lagunama, ali i u slatkovodnim močvarama i širokim rečnim ušćima takozvanog Starog Severnog Crvenog Kontinenta. Taj je kontinent nastao velikim izdizanjem morskog dna u toku kaledonske orogeneze pri kraju silura i na početku devona. Pomenute ribe javljale su se u sitnim (*Coccosteus*, *Pterichthys*) i krupnim rodovima (*Macropetalichthys*, *Titanichthys*, *Dinichthys*). U evlucijskom pogledu, ribe-oklopnjače ili *Placodermi* od izuzetnog su značaja, kao i druge grupe riba koje su se iz njih razvile. Tako su se, na primer, ribe iz roda *Macropetalichthys* (kojima je samo glava bila zaštićena oklopom, dok im je telo bilo golo, a već su posedovale dvostruki mirisni živac) razvile sve prve ribe iz potklase ajkula (*Elasmobranchii*, *Selachii*, devonske *Cladoselache*), dok se iz *Acanthodidia* razvio devonski *Cheirolepis*, predak riba-tvrdoperki i tako dalje (*Acanthopterygia*).

Oklopljene ribe, međutim, ne iscrpljuju bogatstvo devonskih mora. U društvu s njima živele su i prve ajkule, prve košljoribe (ribe-košljivice), a isto tako i prve *Dipnoi* (ribe-plućašice ili disavice), kao i *Crossopterygii* (ribešakoperke). Na ova dva poslednja oblika vrtićemo se u daljem štivu.

Napad životinja na kopno

Znamo već da su pri kraju silurskog i na početku devonskog razdoblja biljke osvojile kopno i shodno prirodi sredine počele da se razvijaju u više različnih tipova. Ta pobeda flore nad kopnom obezbedila je prvi i osnovni uslov za postanak i razvoj *kopnene faune*. Dokle god je kontinent bio pust, pokriven jedino peščanim

pustinjama i ostrim golim stenjem, vodena fauna, bilo morska ili slatkovodna, nije mogla da osvoji kopno. Svaki pokušaj životinja da to učine bio bi unapred osuđen na neuspeh, pošto za njih nije bilo nikakve hrane. Ali čim su prvi izdanci zelene vegetacije pokrili golo kopno, ta rana staništa mogli su da nasele različni životinjski tipovi, koji su živeli od tkiva biljaka, bilo živih bilo uginulih i već natrulih.

Za žaljenje je što još ne znamo na koji su način životinje osvojile kopno i koji je životinjski tip prvi u tome uspeo. Bezrazložno je sumnjati da je ovaj pripadao beskičmenjacima, mada su beskičmenjački ostaci s kraja silura i iz devona odveć malobrojni da bismo na osnovu njih mogli rešiti problem. Prema našem sadašnjem znanju, među najstarije kopnene životinje idu neke stonoge i jakrepi (devonske stonoge *Archidesmus* i *Kampecaris* iz Škotske, i gornjosilurski jakrepi [skorpije] *Palaeophonus* i *Proscorpius* s ostrva Gotland); ovima, na osnovu skorašnjih nalaza, moramo dodati beskrlne insekte, čiji su ostaci nadjeni u devonskim naslagama u Škotskoj i, sasvim nedavno, u češkom devonu; ti ostaci opisivani su kao *Rhyniella* i dovode se u vezu sa sadašnjim *Collembola*. Svi pomenuti predstavnici beskičmenjaka osvojili su kopno ubrzo pošto su se prve kopnene biljke ustalile na obalama silurskih i devonskih voda.

Mada ništa podrobno ne znamo o postanku i razvoju prvih kopnenih beskičmenjaka, znamo ponešto o postanku prvih kopnenih kičmenjaka, koji su se pojavili i počeli da se razvijaju u gornjem devonu. Taj događaj je toliko značajan da se njime svakako valja pozabaviti.

Izvesno je da najprimitivniji tip kopnenih kičmenjaka predstavljaju *vodozemci*, a isto je tako izvesno da su se ovi razvili iz *riba*. Medjutim, pitanje je iz kojih *riba* su se razvili, kada i kako?

Ako u svom pokušaju da odgovorimo na ovo pitanje obratimo pažnju na devonsko more i njegove ribe, zapazićemo da su vode devona bile kolevka i one značajne grupe *riba* koje su posedovale i škrge i nekakva pluća, i koje se odlikuju tako uočljivim sličnostima sa vodozemcima da su u vreme kad su otkrivene smatrane „ribljim vodozemcima“. Te su ribe bile takozvane dvodihalice (*Dipnoi*, ribe-plućašice), čija je izuzetno značajna posebna odlika bilo to što im je vazdušni mehur mogao služiti i kao pomoćni disajni organ, po čemu su i dobile naziv. Današnje ribe-plućašice (brazilska *Lepidosiren*, afrička *Protopterus* i australijska *Neoceratodus*) predstavljaju samo najjadnije ostatke te nekada mnogooblične grupe *riba*, čije začetke nalazimo još u devonu (*Dipterus*, *Conchodus*, *Holodus* i druge). Ranije se mislilo da su se iz tih *riba* razvili *Stegocephali* (pravodozemci), prvi kopneni kičmenjaci. Rezultati novijih istraživanja, medjutim, pokazali su da to mišljenje nije ispravno i da *Dipnoi*, mada predstavljaju sasvim posebnu i u mnogim pogledima neobičnu grupu, nemaju neki osobit evlucijski značaj.

Sada se misli da su evlucijski najznačajnije ribe iz jedne druge zanimljive grupe — *Crossopterygii* (ribe-šakoperke). Ove ribe dobile su naziv po svojim neobičnim perajima, koja su imala oblik nekakve rojke sa ljuspastom linijom po sredini. Vazdušni mehur tih *riba* bio je kadar da uzima kiseonik iz atmosfere. Šakoperke su se prvi put pojavile u vodama devona; najznačajnija među njima bila je riba *Osteolepis*, od koje nekoliko evlucijskih nizova vodi iščezlim tipovima, među kojima je permska *Laugia* bila predak *Undinae* iz razdoblja krede, a ova je neposredni predak *Latimeriae*, čije je nedavno otkrivanje izazvalo veliko uzbuđenje u naučnim krugovima. Glavno širenje *Crossopterygia* zbilo se u vodama devona, karbona i perma; kasnije su one umnogome izgubile svoj značaj, a danas nalazimo samo poslednje ostatke te nekada vrlo bogate grupe *riba* (pored roda *Latimeria* treba pomenuti još kasnije otkriveni rod *Malania*; šakoperke, medjutim, ne uključuju već dobro poznate rodove *Polypterus* i *Calamichthys* iz slatkih voda Afrike). *Crossopterygii* se odlikuju i dvostrukim načinom disanja; zid njihova mehura izvanredno je bogat krvnim kapilarima, te je prilagodjen za oksidaciju krvi pomoću gasovitog kiseonika iz atmosfere, dok nije sposoban da iz vode uzima kiseonik, što čine škrge. Tako šakoperke, pored škrge, poseduju i nekakva primitivna pluća, a ta pluća više podsećaju na ona u viših kopnenih kičmenjaka negoli na ona u *riba* *Dipnoi*.

Mada su šakoperke danas nesumnjivo u opadanju, to ne znači da je njihova prošlost nevažna; sasvim je suprotno, u stvari, jer se upravo neka od *riba* toga tipa tokom devona odvojila od svojih rodjaka, da bi u daljem toku evlucije dovela do prvih kopnenih četvoronožaca, pravodozemaca (*Stegocephali*). U prvo vreme, prave šakoperke i njihovi tipovi iz pomenute bočne grane predaka vodozemaca živeli su zajedno u gornjodevonskim jezerima i močvarama. Razlike između njih bile su u početku tek beznačajna odstupanja, kako u obliku tela tako i u načinu života.

Profesor A. S. Romer (A. S. Romer) rešio je pitanje uzroka koji su doveli do toga da se iz *Crossopterygia*,

s kojima su zajedno živeli, razviju prvi vodozemci. To su bile grabljive i relativno krupne životinje, koje su uglavnom živele u vodi. Zašto su je onda napustile? To svakako nisu učinile da bi bolje disale, jer, da su čak živele i u stajaćoj, ustajaloj vodi s malo kiseonika, mogle su da jednostavno isplivaju na površinu vode i tako dodju do čistog vazduha. Na to ih nije naterala ni nužda da za hranom tragaju izvan vode, jer u to vreme kontinent je još bio prilično pust i siromašan životinjskom hranom. Razlog za izlazak pravodozemaca na kopno nije mogla biti ni pretnja nekog opasnog neprijatelja, jer su oni u to vreme bili najmoćnije životinje slatkih voda. Uzevši u obzir ove i mnoge druge mogućnosti, dolazimo konačno do očigledno protivrečnog zaključka da su te životinje izišle na kopno kako bi mogle ostati u vodi. Objašnjenje te protivrečnosti je sledeće: primitivni preci pravodozemaca veoma su se malo razlikovali od *Crossopterygia*. Jedina razlika medju njima bila je u tome što su prvi imali nešto razvijenija peraja. Ova odlika je u isti mah bila mana i preimućstvo; ona nije valjala kad je u nekom jezeru ili močvari bilo dosta vode, jer su snažno gradjena peraja bila tada manje pogodna za plivanje od lako gradjenih peraja običnih *Crossopterygia*. Medjutim, kad bi vreli zraci sunca isušili jezera i močvare, ostavivši od njih samo male barice vode i mulja, preci pravodozemaca bili bi u prednosti, jer su svojim snažnim perajama mogli mnogo lakše od *Crossopterygia* da se kreću po sve suvljem blatu bara koje su iščezavale. U stvari, šakoperkama je pretila smrtna opasnost ako iz ma kog razloga voda ne bi ponovo ispunila nekadašnje jezero ili močvaru. S druge strane, preci vodozemaca mogli su u tom slučaju sjajno iskoristiti svoju sposobnost da pužu unaokolo po mulju polusasušenih bara ili da čak pokušaju da se dočepaju neke druge bare, u kojoj je još bilo vode. Tako dolazimo i do protivrečnog zaključka da je njihov prelaz na kopno bio, u stvari, ishod njihova nastojanja da produže život u vodenj sredini. Neosporno je da su ti riblji preci vodozemaca uspevali da preko suve zemlje prelaze iz jedne bare u drugu, pri čemu im je korisno služilo i to što su, poput srodnih *Crossopterygia*, posedovali vazdušni mehur koji se već bio razvio u nekakva primitivna pluća, sposobna za uzimanje atmosfenskog kiseonika. Ali ti riblji preci vodozemaca odlikovali su se još jednom prednošću, koja se ispoljila tek kad su životni uslovi postali nepovoljni. Neki od njih svakako su u isušenim barama provodili izvesno duže vreme, bar dok ne bi pojeli svu uginulu ribu. Na taj način oni su stalno produžavali svoj boravak na kopnu, i tako je preobraćanje njihovih peraja u udove bilo delotvornije, kao što im je i telo prolazilo kroz brže i temeljnije promene. Izvesno je da su se još na tim ranim evolucijskim stupnjevima neki od njih opredelili za riblju hranu, neki za insekte, a neki se, pak, ograničili na bilje; ovi poslednji sigurno su se pojavili tek u vreme kad je kopnena flora bila već uveliko raširena i kad su močvare bile okružene prostranim gustišima drvetolikih prašuljica i paprati, gustišima koji su pružali zaklon već prilično bogatoj i raznovrsnoj kopnenoj fauni. Ovi novorazvijeni tipovi vodozemaca uglavnom su živeli na obalama jezera i močvara, i nikada nisu odlazili daleko od vode. Ostaci tih prvih vodozemaca, pravodozemaca ili *Stegcephali*, poznati su nam s kraja devona, iz nalazišta u Severnoj Americi (*Elpistostege*) i na Grenlandu (*Ichthyostega* i *Ichthyostegopsis*).

Tako je, dakle, još pri kraju devona, preuobličavanjem *Crossopterygia* evolucija dospela do prvih vodozemaca. To sporo preuobličavanje riba u vodozemce prošlo je kroz sledeće stupnjeve: 1. prelaz sa disanja škrgama na disanje plućima; 2. pretvaranje peraja u udove; 3. veća pokretljivost glave shodno razvijanju vratnoga dela kičme; 4. pojava lobanjskih kostiju, svojstvenih svim višim kičmenjacima; i, napokon, 5. promene u krvotoku izazvane novim načinom disanja. Sve ove promene, sem promena u krvotoku, jasno možemo razaznavati, ispitivati i pratiti u raspoloživoj fosilnoj gradji.

Valja dati još jednu napomenu u vezi sa zamašnim preuobličavanjem riba u vodozemce. Poznato je da se iz ribljeg peraja, svodjenjem broja perajnih kostiju, razvio petoprсни ud kopnenih četvoronožaca. S te tačke gledišta ljudski udovi nalaze se na vrlo primitivnom evolucijskom stupnju, a osnove njihova petoprsnog oblika treba tražiti u tim drevnim vremenima, udaljenim bar 300 miliona godina. Medjutim, pogrešno bi bilo verovati da je ljudska ruka primitivni organ; uistinu, sasvim je suprotno. U svom konačnom ustrojstvu ljudska ruka je gotovo savršeno orudje, a po rečima Čarlsa Darvina „bez svoje ruke, čovek ne bi mogao ovladati svetom“. Stoga je ona primitivna jedino morfološki, a ne i funkcionalno.

Vodozemci vladaju svetom

Tokom razdoblja karbona, koje je nastavilo evolucijski izvanredno značajni devon, došlo je do neobično zanimljivog razgranjavanja životinja.

U morima taj proces nije bio tako upadljiv i naglašen, mada je život i tu postao vrlo raznolik. Mnoge grupe su uspele da se zadrže tokom karbona, a druge su, opet, procvetale. Neki prazivotinjski oblici bili su vrlo brojni — kao, na primer, rizopoda *Fusulina*, čije ljuštore slične zrnima pšenice u potpunosti grade zamašne debele slojeve. Primitivni korali, morski krinovi, školjke, puževi, brahiopodi i glavonošci takodje su bili obilni. Nasuprot tome, trilobiti su bili u nesumnjivom opadanju.

Na kopnu, međutim — dotad tako siromašnom životom — fauna se širila bogato i u mnogim raznim pravcima. Topla i vlažna klima, ogromne prastare šume i obilje vode pružali su najpogodnije životne uslove. Razni ljuskari i ribe uveliko su se razvijali u vodi, dok su se na suvom pojavili prvi kopnjeni puževi i krilati insekti, često zapanjujuće veličine (kao, na primer, drevni vilinski konjic *Meganeura*, s rasponom krila od 75 santimetara, sličan minijaturnom avionu). U prastarim karbonskim šumama taj insekt je bio veoma rasprostranjen i postao je osnova za dalji razvoj svih krilatih insekata. Pauci, stonoge i jakrepi takodje su bili veoma rašireni. Pravodozemci (*Stegocephali*) dostigli su vrhunac svoje evolucije, odlikujući se telima najrazličitijih veličina i oblika; neki su ličili na današnje guštere (kao *Urocordylus* i *Discosauriscus*) ili daždevnjake (kao *Branchiosaurus*), a drugi na zmije (kao *Dolichosoma*) ili krokodile (kao *Archegosaurus*); tela su im bila zaštićena oklopom od ljuspi ili pločica. Ti pravodozemci bili su vodeće životinje svoga vremena i upravo su mu one davale posebno obeležje.

Prvi gmizavci

Pradrevne šume poput karbonskih rasle su i tokom perma. No u tom novom razdoblju, kao što smo već videli, došlo je do značajne promene klime. Vlažna i topla klima karbona — koja je toliko pogodovala flori, pravodozemcima i, uopšte, svoj fauni toga vremena — počela je da se menja u jednu suvlju klimu još pri kraju karbona, a naročito na početku perma. Neizmerne, ogromne šume smanjivale su se pred napadom peščanih i kamenitih pustinja, sve dok ove nisu konačno postale glavna obeležja kopna, kako u Evropi tako i drugde.

Te duboke promene u životnim uslovima morale su, naravno, da izvrše temeljan uticaj na evoluciju životinja, naročito kičmenjaka. Pravodozemci su morali potražiti utočište u preostalim močvarama, koje su kao veće ili manje zelene oaze oživljavale jednoličnost nepreglednih peščanih pustinja. Ali neki pravodozemci koji se nisu bili previše specijalizovali, te su bili kadri da reaguju na promene u sredini, počese da se postepeno prilagođavaju novim uslovima svoje okoline — to jest, životu u suvljim oblastima. S njihova tela nestale su fine ljuspe, a koža im je postala rožasta i tvrda, kako bi zaštitila organizam od opasnog isparavanja telesnih tečnosti. Te životinje nisu više polagale jaja u vodu, već su ih zatrpavale u gomile biljne truleži ili neposredno u pesak; dok se razvoj zametka ranije odvijao u vodi, sada se to dešavalo u tečnoj tvari sadržanoj u takozvanoj *amnionskoj komori* (vodenjaku) jajeta. Stoga svi viši kičmenjaci sačinjavaju grupu *Amniota*; gmizavci, ptice i sisari, naime, do danas su sačuvali taj način razvoja zametka. Ove i neke druge promene — sve izazvane promenom životnih uslova sredine i reakcijom faune na nju — dovele su konačno do toga da se iz nekih pravodozemaca razviju prvi prastari gmizavci. U evoluciji životinja opet je došlo do krupnog skoka napred: viši gmizavci burno su se razvili iz nižih vodozemaca.

Mada su se prvi prastari gmizavci pojavili na kraju karbona, do njihova širenja nije došlo pre perma, kad možemo razgraničiti nekoliko osnovnih evolucijskih ogranaka. Neki od tih ranih gmizavaca brzo su se razvili u teške i trapave životinje s upadljivo snažnim kostima udova i karlice (kao što su *Pariosaurus*, *Moschops*, itd.), a drugi u živahne i vitke životinje guštorskog tipa (poput *Araeoscelisa*). Tokom jperma, osobito značajna središta za postanak i razvoj tih neobičnih pragmizavaca bile su izvesne oblasti užne Afrike, Južne Amerike i Rusije.

Na kraju paleozoika

Od onoga doba kad su na Zemlji rasle permskokarbonske šume, a oko njih se, do vidika i iza njega, širile gole pešćane pustare, deli nas veoma dugo vreme, nekih dve do tri stotine miliona godina. Te pradedne šume, osvetljene suncem i mesečinom, sa velovima magle, tutnjavom gromova i lepotom zore i zalaska sunca — obitavalište neobične i zanimljive primitivne flore i faune — predstavljale su upečatljivu suprotnost peščanim pustinjama, sprženim vrelim bleskom sunca i vrlo retko naseljenim. A kada nepogode i kovitlaci vetra nisu besneli iznad tih šuma i pustinja, kada se nije čulo pucanje stabala pogodjenih gromom, škripanje granja i zviždanje peska, nad tim je područjima vladala teška i mrtva tišina, jer još nije bilo nijedne ptice da zapeva u slavu dana koji se radja, niti je ijedan sisar bio tu da gromkim zovom pozove suparnika na dvoboj. Život je još bio nem, jer su vrhunac evolucije tada predstavljali samo pravodozemci i retki drevni gmizavci. Još se nije bio razvio nijedan viši tip kičmenjaka; do toga je imalo doći tek tokom kasnijih razdoblja.

Tako je, eto, bilo na kraju perma, kad se završio jedan od glavnih stupnjeva evolucije faune, paleozoik ili *antičko doba životinja*. U poredjenju s evolucijom biljaka, taj stupanj pomalo kasni, jer dok se paleofitsko doba, antičko doba biljaka, završava u donjem, paleozoik se završava tek u gornjem permu.

Žora mezozoika

Posle paleozoičke ere, drevna geološka istorija Zemlje i drevna evolucijska istorija živih bića nastavile su se u *mezozoiku*, koji se deli na tri formacije: trijas, juru i kredu. Smenjivanje suvih i vlažnih razdoblja, stvaranje i nestajanje močvarnih i pustinskih oblasti, vulkanska delatnost, manja i veća plavljenja kontinenata od strane mora — sva ta i takva zbivanja, kao i mnoga druga, izvršila su silan uticaj na živa bića i njihovu evoluciju.

U trijaskim morima više nisu postojale mnoge grupe najznačajnijih beskičmenjaka iz paleozoičkog doba; to važi, na primer, za trilobite, grupu *Tetracoralla* (koju je smenila grupa *Hexacoralla*), graptolite i druge. Morski krinovi više nisu bili tako raznovrsnih oblika kao ranije, iako su neke vrste — kao, na primer, trijaska *Encrinus liliformis* — stvarale tu i tamo guste naseobine, na mestu kojih su kasnije nastale naslage krečnjaka pune ostataka njihovih raspadnutih skeleta. Školjki, puževa i brahiopoda bilo je, međjutim, u obilju. Najtipičnije životinje za sva mezozoička mora bili su amoniti (*Ammonites*), koji su dostigli zapanjujuću rasprostranjenost i brojnost, ali su svi izumrli u morima iz razdoblja krede, na kraju mezozoika, ne ostavivši nijednog naslednika. *Belemnites* (dvoškržni glavonošci, *Dibranchiata*) bili su od sličnog značaja, ali su i oni izumrli u morima krede.

Svet džinovskih gmizavaca

Najosobenija odlika mezozoičke ere jeste upadljivo i začudjujuće širenje gmizavaca; upravo zato se mezozoik ili *srednji vek životinja* drukčije naziva *dobom gmizavaca*.

Pravodozemci (*Stegocephali*), toliko značajni za karbon i perm, nalazili su se u očiglednom opadanju već na početku mezozoika, u trijaskom razdoblju. Mnoge njihove vrste izumrle su, a samo su se poslednje preostale vrste zadržale u močvarama i barama, koje su, uopšte uzev, tokom trijasa bile malobrojnije i mnogo manje od prostranih permokarbonskih baruština i močvara. Neki od preostalih pravodozemaca dostizali su, međjutim, velike razmere; jedno od takvih čudovišta bio je *Mastodonsaurus*, pravodozemac s telom nalik na žablje, maloga repa a lobanje duge po čitav jedan metar; ta je životinja sasvim prikladno nazivana žabo-gmizavcem. Na kraju trijaskog razdoblja pravodozemci su bili potpuno izumrli, ali su se

iz njih, razume se, prethodno razvili njihovi moderniji potomci (daždvenjaci, vodenjaci, žabe i zmijolike *Gymnophiona*). Ti potomci pravodozemaca nikad nisu dostigli značaj svojih predaka, i zbog tog je razloga čitav mezozoik postao doba gmizavaca, koji su predstavljali tipično obeležje mezozoičkog života u vodi, na kopnu i u vazduhu. Kada taj mezozoički svet gmizavaca uporedimo sa današnjim svetom, jasno vidimo da je u redu gmizavaca došlo do velikog opadanja; od oko dvadeset bogatih grupa mezozoičkih gmizavaca do danas je opstalo tek nekoliko. Tokom mezozoika različni životni uslovi u raznim delovima sveta doveli su do najraznovrsnijih načina prilagođavanja, te otud i do najrazličitijih tipova gmizavaca, koji nas danas često zapanjuju.

Neki od njih živeli su u moru. Životu u vodi prilagođavali su se na razne načine, ali je rezultat uvek bio savršen. Vodeni gmizavci (*Ichthyosaurus*, *Plesiosaurus*, *Mosasaurus*, *Tylosaurus*) bili su grabljive zveri, opasne i krvoločne koliko i današnje ajkule. Mnogi od tih gmizavaca dostizali su neuobičajene razmere (kao, na primer, pleziosaurid *Elasmosaurus*, koji je u dužinu merio i do 12,5 metara). Mezozoička mora bila su naseljena i brojnim krokodilima; pripadnici najkrupnije vrste iz roda *Mystriosuchus*, iz evropskih mora u doba jure, dostizali su dužinu od šest metara. U nekih od tih morskih krokodila (*Metriorhynchus* i *Geosaurus*) udovi su se sasvim bili pretvorili u peraja, što pokazuje da te životinje nisu nikada napuštale vodu. Od drugih trijaskih gmizavaca možemo pomenuti takozvane *Placodontia*; oni su imali kratak vrat, dug rep i trouglasto telo; ovaj čudni oblik životinji je davao jedinstveni stomačni oklop, sastavljen od nekakvih trbušnih rebara previjenih pod pravim uglom. Čeljust ovih gmizavaca bila je puna zuba u obliku dugmadi, kojima je životinja drobila ljuštore školjki, puževa i brahiopoda, svoje osnovne hrane. Najpoznatiji pripadnik ove grupe jeste *Placodus*, dug oko dva metra; s druge strane, najneobičniji među njima bio je *Henodus*, čije je telo, kao u današnjih kornjača, bilo potpuno zatvoreno čvrstim oklopom. Za naše poznavanje tih čudnih gmizavaca u velikoj meri dugujemo profesoru F. fon Hineu (F. von Huene) s Univerziteta u Tübingenu. *Nothosauridi*, zmajoliki pljačkaši trijaskih mora, bili su još jedna zanimljiva grupa ondašnjih gmizavaca; *Nothosaurus mirabilis* merio je u dužinu oko 3,5 metra.

Kopneni gmizavci koji su mezozoičkoj fauni davali posebno obeležje jesu čuveni džinovski gmizavci *dinozauri*. Bilo ih je i mesoždera i biljojeda; živeli su u nizijama s puno močvara i barušina, ali i u suvim, pustinjским predelima. Mnogi od njih dostizali su ogromne razmere (poput *Diplodocusa* iz vremena jure, koji je bio dug punih 25 metara). Tela su im bila ili gola ili pokrivena jakom krljušti, a u mnogih se bio razvio poseban egzoderm od tvrdih koštanih ploča ili bodlji. Lobanja je, u poredjenju s drugim delovima tela, po pravilu bila mala; otud je i mozak tih gmizavaca bio mali, a s tim je u vezi bila i nevelika umna sposobnost. U naknadu za to, kod dotičnih životinja, u oblasti krsnog pršljena, razvio se drugi živčani centar, ponekad i deset puta veći od samog mozga. Upadljivo širenje kičmene moždine u oblasti krsnog pršljena nesumnjivo je bilo povezano sa silnom razvijenošću zadnjih udova i repa. Ti džinovski gmizavci živeli su od početka trijaskog razdoblja do kraja krede; onda su potpuno izumrli, ne ostavljajući za sobom nikakve žive potomke.

Ali gmizavci su gospodarili i vazduhom mezozoika. Leteći gmizavci bili su *Pterosauriani*, koji su u raznovrsnim rodovima i vrstama vrvili u tropskom vazduhu mezozoika. Neki od njih, poput *Pteranodona*, izgledali su kao pravi džinovski zmajevi iz sveta bajki. Oni su bili izvanredno prilagođeni životu u vazduhu; prednji udovi preuobličili su im se u organe za letenje.

Pojava, širenje i iščeznuće svih tih neobičnih mezozoičkih gmizavaca predstavlja samo jedno poglavlje u veličanstvenoj evoluciji života na Zemlji. Ranije je često izražavana nada da ćemo jednog dana, u nekom nepoznatom kraju sveta, možda otkriti nekog od njihovih potomaka; sada, međutim, znamo da je takva nada uzaludna, i da su oni nepovratno iščezli pre mnogo miliona godina.

Zubate ptice

Godine 1859, godinu dana posle objavljivanja Darwinove knjige o postanku čoveka – to jest, u vreme kad se među naučnicima zapodela prva strasna raspra o teoriji evolucije – širom sveta se pronela vest da je u sloju litografskog škriljca kod Zolenhofena u Bavarskoj nadjeno čudnovato okamenjeno biće, koje

predstavlja prelazni beočug između gmizavaca i ptica. U raspi oko Darwinove teorije evolucije nadjena životinja bila je značajnija od svake druge, jer se za tu teoriju teško mogao zamisliti ijedan bolji dokaz. No protivnici teorije evolucije potcenili su rečeni nalaz zbog nepotpunosti skeleta, a neki od njih se nisu ustručavali da raznesu zlobne glasine o mogućnosti da je čitav nalaz prevara. Medjutim, kada je šesnaest godina kasnije u istom škrljcu kod Ajhštata otkriven drugi skelet te neobične životinje, ovog puta divno očuvan i potpun, protivnici evolucije i zlobnici morali su ućutati, a mnogi predjašnji protivnik pretvorio se čak u krotkog privrženika nove teorije. Ta dva čuvena otkrića iznela su na svetlost dana dve *zubate ptice* (*Archaeopteryx lithographica*) i predstavljaju možda najpoznatije od svih paleontoloških nalaza.

Paleontologe je iznenadila činjenica što je u gornjoj juri evolucija bila već toliko uznapredovala da je omogućila pojavu prvih ptica, ma koliko one bile primitivne. Valja reći da te gornjojurske ptice, medjutim, nisu imale ničeg zajedničkog sa letećim gmizavcima, kao što čak i danas neupućeni često zamišljaju. Za precima tih ptica moramo tragati među drugim iščezlim gmizavcima, onima iz grupe *Pseudosuchia*, koji su živeli tokom permskog i trijaskog razdoblja (na primer, *Ornithosuchus* ili *Euparkeria*). Ti gmizavački prapreci ptica, koje još ne poznajemo dobro, naseljavali su stenovite i polupustinjske oblasti sa dosta žbunja i bili su, izgleda, potpuno prešli na hodanje i trčanje na zadnjim udovima. Tela su im još bila pokrivena krljuštima. Na sledećem stupnju evolucije – za koji moramo pretpostavljati da je postojao, mada za nj nemamo još nikakve dokazne gradje – ti gmizavci su se pretvorili u nekakvu „prepticu“, *proavis*, obraslu perjem i već kadru da se penje na debla i grane drveća. Pretvaranjem krljušti u perje i izduživanjem perja sa spoljašnje strane prednjih udova i duž čitavog repa, kod te praptice stvorila se neka vrsta padobrana, koji joj je omogućavao da jedrenjem kroz vazduh lako prelazi s grane na granu i sleće s grana na zemlju. Bio je to prvi početak letenja, koje je tokom postepenog pretvaranja proavisa u prapticu, i praptice u pticu bivalo sve bolje.

Još je jedna važna činjenica u neposrednoj vezi sa postankom ptica od gmizavaca. Stalni perjani pokrivač, naime, doveo je do ustaljivanja telesne temperature, iz čega su proistekle dalekosežne promene u telesnom ustrojstvu. Tu se prvi put u evolucijskoj istoriji kičmenjaka susrećemo sa tipom životinje *stalne telesne temperature*; dotad su faunu sačinjavale samo životinje sa promenljivom temperaturom (ribe, vodozemci i gmizavci), a ona, s evolucijske tačke gledišta, označava niži stupanj, pošto zavisnost telesne temperature od spoljašnjih okolnosti sredine svakako znatno otežava dalji razvoj.

Ptice iz razdoblja jure (*Archaeopteryx*) nisu nadživele svoje vreme, već su zajedno s njim iščezle sa lica Zemlje. Obilje i raznovrsnost ptičjeg sveta u kasnijim razdobljima ne smeju nas navesti na to da potceni-mo pojavu prvih ptica, ma kako one bile primitivne i retke. Štaviše, mora se naglasiti da su baš te ptice svojim skeletima odigrale presudnu ulogu u borbi za pobedu novih ideja i nove teorije. Sama ta činjenica jamačno predstavlja dovoljan razlog da te drevne ptice nikada ne zaboravimo.

Prvi sisari

Tokom mezozoika, kada su gmizavci zavladaali svetom i potpuno zagospodarili kopnom, vodom i vazduhom – odlikujući se neizmernim mnoštvom oblika i često zapanjujućim razmerama – u prirodi su se zbile takve evolucijske promene da u poredjenju s njima čitav taj čudovišni svet gmizavaca izgleda sasvim beznačajan. Krajem mezozoika, sasvim su izumrli upravo ti džinovski, zapanjujući i vrlo čuveni tipovi gmizavaca, ne ostavljajući za sobom nikakvih potomaka; jedan od razloga tog potpunog iščeznuća bila je njihova krajnja specijalizovanost, koja im je onemogućila da se prilagode novim životnim uslovima izmenjene sredine. I oni bi sasvim pali u zaborav da nije bilo paleontologa, koji su iskopavali njihove ostatke po mnogim negostoljubivim mestima, opisivali ih, slikali i pisali knjige o njima. A svi ti tipovi – koji svojom veličinom i često neobičnim izgledom izazivaju danas silno zanimanje čak i nestručnjaka – bili su, sa evolucijskog stanovišta, tek jalove grane ili, slikovito rečeno, ćorsokaci. Premda su se ponekad granali u više pravaca, oni nikada nisu vodili napred, niti su ikad postali prelazni stupanj ka višim tipovima životinja. Oni su se samo pojavili, doživeli svoje i izumrli, a nama ostaje da danas u čudu i zadivljeni stojimo pred njihovim skeletima.

No, sem tom jasno uočljivom svetu gmizavaca, mezozoik je pružio dom i jednom drugom životinjskom svetu, svetu gmizavaca manjih razmera i skromnijeg izgleda, svetu koji je živeo relativno povučeno. Upravo su ti mali, neugledni gmizavci bili dovoljno podložni uticaju sredine da pretrpe one telesne promene koje će učiniti da neki njihovi potomci postanu pratipovi grupe sisara, najviše grupe kičmenjaka.

Da bi se od gmizavaca razvio *prvi sisar*, morao se preći dug i tegoban put, upečatljiv kako svojom širinom tako i pojedinostima. Ali pre no što ukratko prikažemo taj put, vratimo se za časak na ono vreme kad se iz pravдоземсacа razvio prvi gmizavac.

Već smo ukazali na uzroke koji su doveli do pretvaranja pravдоземсacа (*Stegocephali*) u drevne gmizavce. Najvažniji od tih uzroka bilo je opadanje broja i veličine močvara i baruština, što je pravдоземсacе gonilo da se stalno povlače u sve manji broj preostalih močvarnih krajeva i prilagođavaju sve suvljoj klimi i životu u bezvodnim područjima, da odustanu od polaganja jaja u vodu (u kojoj su mladunci prolazili kroz stadijum larve), te nadju načina da bez opasnosti po opstanak vrste polažu jaja u pesak na obali. Još u vreme ogromnih karbonskih šuma kod pravдоземсacа su se pojavile prve osobine koje su ukazivale na razvijanje višeg životinjskog tipa – tipa gmizavaca. Prvi gmizavci i najnapredniji pravдоземсacи u mnogo čemu su veoma slični; ta je sličnost ponekad tolika da jedino stručnjak za to pitanje može reći da li jedan dati rod pripada vodozemcima ili gmizavcima (takav je, na primer, slučaj pravдоземног tipа *Seymouria*).

Prvi primitivni gmizavci veoma su srodni svojim pravдоземним precima, s kojima imaju čitav niz zajedničkih osobina – na primer, lobanju na kojoj kosti potpuno zatvaraju ušne otvore (tzv. pravдоземни tip lobanje), sklop ramenog pojasa, jedan krsni pršljen, trbušna rebra, itd.

S druge strane, ti su gmizavci ispoljili veliku raznovrsnost oblika. Brzo su se raširili u više evolucijskih grana, od kojih su mnoge uskoro odumrle, dok su se druge produžile u preuobličanim potomcima. Među njima nalazimo neobične, masivno građene i nezgrapne oblike (poput *Pareiosaurusa*, *Moschopsa*, *Dimetrodona*, *Edaphosaurusa*, itd.) kao i male, manje upadljive oblike, čiju je značajnu osobinu predstavljalo evolucijsko stremljenje pojavi sisara. To se stremljenje naročito jasno ispoljilo u morfološkoj diferencijaciji zuba i njihovu uvećavanju, u postepenom smanjivanju donjoviličnih kostiju, izmeni sklopa osnove lobanje i, konačno, stvaranju izrazite gubice, što je bilo prouzrokovano upadljivim sužavanjem prednjeg dela lobanje. Takođe je došlo do ispravljanja udova – oni su, naime, dobili uspravni položaj, namesto ranijeg vodoravnog; to je, opet, podrazumevalo temeljne promene u sklopu samih udova (naročito prednjih), kao i u sklopu ramenog i karličnog pojasa. I druge su promene izražavale višu evolucijsku težnju. Značajno je bilo ustaljivanje broja prstiju na pet, a broja zglavaka na 2, 3, 3, 3, 3. Obe ove osobine prenete su i sisarima (a tokom kasnijeg razvoja nije došlo do daljeg smanjivanja broja prstiju i zglavaka). Raspored zglavaka na našim rukama i nogama – gde palac uvek ima dva a drugi prsti po 3 zglavka – predstavlja, dakle, trajno i nepromenjeno nasleđe od pravдоземсacа.

Sve nabrojane osobine sisara najjače su se ispoljile u nevelikih gmizavaca iz trijaske grupe *Ictidosauria*, a upravo su od ovih gmizavaca i nastali prvi sisari. Medjutim, potrebno je veliko znanje i iskustvo da se najustrojeniji iktidozaurski gmizavci i najprimitivniji sisari razvrstaju u grupe kojima pripadaju, jer su oni doista zapanjujuće slični.

Uporedo s morfološkim preuobličavanjem gmizavaca u sisare postepeno su tekle i druge promene, koje moramo pretpostavljati, mada ih ne možemo pratiti u nadjenim ostacima skeleta; od tih promena najvažnija je pojava toplokrvnosti, sa svim promenama u krvotoku do kojih ona dovodi; sledeća bitno važna novina jeste stvaranje mlečnih žlezda, tako osobenih za sisare; ta promena, opet, bila je u tesnoj vezi s novim sistemom embrionalnog razvića – to jest, s prelaskom sa slobodnog polaganja gmizavačkih jaja, koje je uglavnom grejalo sunce, na stalno zagrevanje jaja toplotom majke, kao kod *Monotremata*, a konačno i na razvijanje materice, te radjanje živih mladunaca.

Iz ovoga što smo rekli može se jasno zaključiti da pretke sisara ne treba tražiti među čudovišnim i džinovskim oblicima gmizavaca; ovi su bili samo nastrano skretanje nestrpljivoga razvoja. Nasuprot tome, preci sisara postali su upravo maleni i skromni gmizavci *Ictidosauridi* (*Dromatherium*, *Microconodon*, *Microleptes*, *Tritylodon* i drugi), koji su posle velikih gmizavaca zavladali svetom i među kojima valja tragati za poreklom samoga čoveka, vladaoca i neimara prirode.

Na pragu tercijsara

Rana zora počela je da nad zemljom širi svoj sivi veo, spremajući se da odagna noć. Osvajajući nebo sa istočnog vidika, ona ga je bojala zlatom i krmezom, a uskoro zatim pojavilo se i sunce. Hiljade rosnih kapi na senovitom tlu uhvatile su njegove zrake, zablistale i zatreptale svim bojama duge. Noćne životinje pretaše da se šunaju unaokolo i požuriše da se od svetlosti kriju u mrak gustoga žbunja, jazbina i pećina.

Duboka tišina zavlada čitavim predelom, kao da je sve začudjeno radjanjem dana i začarano izlazećim suncem.

Odjednom je kroz bistri jutarnji vazduh zatreptala vesela pesma ptica; ona je počela tako naglo da se sićušno mladunče drevnog tapira u strahu priljubilo uz majku i nastavilo da tik uz njen bok kaska ka omiljenom pasištu, na doručak; iznenadni glasni cvrkut trgao ga je tako da je za časak zaboravilo svoju želju da okuša još onog ukusnog zelenog lišća kojega se dan ranije najelo na samoj ivici močvare. Onda se začuo cvrkut i drugih ptica, a ubrzo zatim čitav je kraj bio ispunjen ptičjom pesmom. Pernati pevači pozdravljali su jedno od mnogih tercijsarnih jutara. Vreme je teklo na svoj način, nezadrživo i uporno, i već je davno ostavilo za sobom mezozoičke dane i noći i životinje. Gmizavci su još ko zna kada prestali da vladaju svetom. Nastalo je novo vreme i donelo velike promene. Mezozoički svet ustupio je mesto svetu tercijsara.

Sisari osvajaju svet

Mezozoik se završio propašću gmizavaca; *srednji vek Životinja* prohujaao je jednom za svagda. No kraj te ere nije se poklopio s krajem *srednjega veka biljaka*, jer se ovaj završio još u gornjoj kredi. Ponovo vidimo kako životinje zavise od biljaka, i kako se mezozoik završio tek znatno posle kraja mezofitskoga doba.

S tercijsarom je nastupila sledeća velika era evolucije životinja. Na samom njenom početku završila se vladavina gmizavaca; sve značajne i čudesne grupe gmizavaca iščezle su na kraju mezozoika (razloge za to ne znamo), a život u tercijsaru nastavile su samo nekolike neupadljive i malobrojne grupe (gušteri, zmije, krokodili, kornjače), grupe koje su u fauni tercijsara imale sasvim podređen položaj. Vodeće mesto u njoj preuzeli su *sisari*, te je tercijsar otud poznat i kao *doba sisara*.

Bogati razvoj sisara, naročito *Placentalia*, započeo je već na samom početku tercijsara. On se zbivao vrlo brzo, jer su se već u eocenu pojavile prve primata (*Primates*), *Prosimiae* i *Platyrrhina*, a u oligocenu prvi *Catarrhinae*; u miocenu i pliocenu nalazimo već pretke majmuna Staroga sveta i pretke čovekolikih majmuna — orangutana, šimpanza i gorile. To iznenadjujuće i naglo širenje sisara, koji su se razvijali u svim pravcima, bilo je prouzrokovano ne samo evolucijskom mladošću reda sisara, te otud njihovom velikom prilagodljivošću različnim životnim uslovima, već i obiljem raznih sredina koje su stvorene velikom orogenskom aktivnošću. (Upravo se u to vreme završilo izdizanje Alpa, Karpata, Pirineja, Himalaja i drugih velikih planinskih sistema; u isto vreme nalazimo i delatnost mnogih i vrlo velikih vulkana, česta izlivanja mora na kopno, cepanja velikih mora na manje bazene, ispunjene manje slanom vodom, česte promene klime i oštro razgraničavanje klimatskih zona, pretvaranje močvarnih područja u suve stepe i slično. Sve to nije moglo da ne izvrši znatan uticaj na evoluciju životinja, naročito sisara.)

Ne smemo zaboraviti ni drugu jednu okolnost povoljnu za sisare. Posredi je vanredno bujanje cvetnoga bilja (skrivenosemenica ili *Angiospermae*), što je stvorilo obilje raznovrsne hrane za životinje, opet naročito za sisare. Mnoge grupe sisara uspešno su se razvile samo zato što je bilo mnogo cvetnoga bilja; druge grupe — na primer, majmuni, koji uglavnom žive od plodova, čaura i semenja — mogle su se pojaviti i dalje razvijati jedino u prisustvu cvetnoga bilja, dok je uloga ovoga u razvoju ptica i insekata još očiglednija.

Najstariji tercijsarni sisari vrlo su često bili mešoviti, združeni (kolektivni) tipovi; njihovi skeleti, naime, pokazuju da su te životinje posedovale osobenosti dveju ili više današnjih sisarskih grupa; združeni tipovi

veoma su značajni, jer nam otkrivaju kojim je putem pošla evolucija raznih grupa i ogranaka sisara, a te grupe i ogranci, opet, predstavljaju ishodišta za druge. Tako danas pouzdano znamo da *Insectivora* (bu-bojedi) čine najprimitivniju grupu viših sisara. Takodje znamo da su se neki sisari vratili u prastaru, vodenu sredinu, da su se njihovi udovi za hodanje pretvorili u sekundarne organe za plivanje, te da su oni postali isključivo vodeni sisari, poput kitova (*Cetacea*). Iz obilne tercijarne sisarske faune, bogate raznovrsnim oblicima, potekle su tokom vremena i mnoge veoma specijalizovane grupe, koje se zatim, u daljem toku evolucije, nisu mogle dovoljno brzo ni lako prilagoditi izmenjenim uslovima svoje osobene sredine, te su bili osuđeni na izumiranje (na primer, *Uintatherium*, *Titanotherium*, *Arsinoitherium*, *Indricotherium*, *Deinotherium*, i drugi). U ovom kratkom pregledu nije moguće podrobnije opisati ranu istoriju evolucije većeg broja sisara, ali je dovoljno reći da je temeljno poznata istorija evolucije mnogih sisara — na primer, konja, surlaša i divljih zveri.

Pojava čoveka

Kvartarna fauna predstavlja evolucijski produžetak tercijarne. Kao što je izvršilo silan uticaj na evoluciju biljaka, ledeno doba je duboko delovalo i na faunu. I u ovoj je dolazilo do seobe toploti sklonih tipova sa juga na sever tokom medjuleđenih i hladnoći sklonih tipova sa severa na jug tokom ledenih razdoblja. Kao tipične životinje nekih ledenih razdoblja u srednjoj Evropi mogu se, na primer, pomenuti mamut (*Mammonteus primigenius*), možda najpoznatija fosilna životinja, i njegov verni sadrug, dlakavi nosorog (*Coelodonta antiquitatis*).

U evoluciji živih bića, međjutim, kvartar je neobično značajan zbog pojave prvog *primitivnog čoveka*. Stoga se kvartar ponekad naziva i *antropozoikom* (*Anthropozoic*) — to jest *Dobom Čoveka*.

Ne bi bilo ispravno ni dosledno pretpostavljati da za čoveka ne važi opšti zakon evolucije. Štaviše, s biološke tačke gledišta, nezamisliv je ikoji drugi način postanka čoveka sem evolucijskog načina. Za svoje postojanje i čovek duguje dugom nizu predaka.

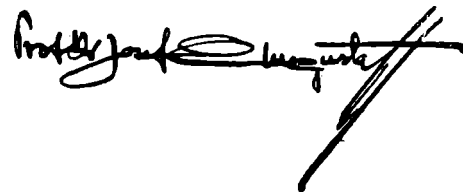
Čarls Darwin je izložio najverovatniju teoriju postanka čoveka od životinjskih predaka, i dao je dovoljno osnova da se ona prihvati, premda za njegova života u slojevima Zemljine kore nije za tu teoriju bila nadjena nikakva valjana dokazna gradja. Danas znamo mnoge takve dokaze i svi oni potvrđuju Darvinovo gledište da je čovek proizvod evolucije. No, treba istaći — kao što je i sam Darwin učinio — da čovek ne vodi poreklo ni od jednih današnjih majmuna, već verovatno s njima deli nekog zajedničkog pretka, koji je živio negde pred kraj tercijara. Teško da bi danas ikoga mogla uvrediti misao o tom evolucijskom poreklu čoveka. U vreme kad je prvi put izložena, međjutim, ta misao je bila uzbudljivo nova, i mnoge je ljude žestoko uznemirila. Ali, kako je to rekao Tomas Haksli (Thomas Huxley), veliki savremenik Čarlsa Darvina, razumni ljudi koji su se oslobodili prastarih predrasuda naći će u čovekovu niskom poreklu najbolji dokaz njegovih veličanstvenih mogućnosti, a imajući u vidu stalno čovekovo napredovanje tokom prošlosti, oni takodje mogu naći razboritu osnovu za veru da čoveku predstoji i velika budućnost.

Epilog

Završili smo svoje dugo putovanje kroz dubine praiskonskoga vremena. I pošto smo brižljivo gledali oko sebe, uverili smo se da svet nije uvek bio ovakav kakav je sada, već se stalno menjao, stalno napredovao od prostoga ka složenijem, dok konačno nije dospao i do samoga čoveka. Uverili smo se da evolucija prati život od same njegove pojave i da je upravo ona razgranala drvo života, uvećavajući mu i širinu i visinu. Već poznajemo neke zakone koji vladaju evolucijom. Tokom svog putovanja posebno smo isticali uticaj sredine na živa bića i sve posledice koje iz njega proizlaze. Zbog svoje osnovne i opšte valjanosti, taj zakon bio je najpodesniji da se ovde objasni.

Već u Darvinovo vreme mnogi su naučnici tvrdili da jedino paleontologija može pribaviti valjanu dokaznu gradju za ispravnost teorije evolucije živih bića. Danas slobodno možemo reći da ona u tom pogledu nije omašila i da radu obavljenom u oblasti paleontologije u velikoj meri dugujemo za to što teorija evolucije izdržava sve provere moderne nauke. Najnovija otkrića u svakom vremenu, ponekad sasvim neočekivana i doista iznenadjujuća, uvek su se skladno uklapala u mesta koja im je pripremila teorija. Stoga profesori Marslen Bul (Marcellin Boule) i Žan Pivto (Jean Piveteau) s pravom vele da je „paleontologija, bez obzira na protivrečnosti i nepotpunosti mnogih svojih hipoteza, sabrala upečatljiv niz činjenica koje nam dokazuju da život poseduje istoriju, da postoje fizičke veze medju svim bićima, izumrlim i postojećim, i da sadašnjost predstavlja funkciju prošlosti. Zahvaljujući paleontologiji, danas više nego ikad ima jedinstva, reda, solidnosti i sklada u našem razumevanju organskog sveta – svega što danas smatramo biosferom. Utvrđujući misao o evoluciji tako tanano i temeljno, paleontologija je bitno poboljšala sam naš način mišljenja“.

Prirodno je što evolucijsku praistoriju organizama ne poznajemo onako detaljno kako bismo je hteli znati. No mi ćemo je svagda poznavati sve bolje, jer neumorni rad, znanje, iskustvo, postojanost i ljubav paleontologa prema svome poslanju svake godine pružaju nova otkrića i nova znanja. Čak i ako do njega prodje mnogo godina, ipak će doći trenutak kad će paleontolozi dopisati beleške na svim stranicama velike povesti života i staviti tačku iza poslednje reči poslednjeg poglavlja. Danas se moramo zadovoljiti nepotpunom hronikom, ali nam je i to dovoljno da s divljenjem i poštovanjem premišljamo o onome što je prošlo, te s pouzdanjem i hrabro gledamo napred, u ono što će doneti budućnost.



Slike

Tragovi prvog života, koji se na Zemlji pojavio pred kraj arheozoika (otprilike pre 1500 miliona godina), ne mogu se zasigurno utvrditi. Prvi tragovi života potiču iz proterozoičke ere i sastoje se od retkih i sporadičnih ostataka algi, nekih crva, primitivnih brahiopoda, mekušaca i, možda, nekih ljuskara. No prvo širenje života — koji se, u pokušaju da ostvari svrsishodno jedinstvo sa sredinom, stalno menjao, stvarajući sve više i više

evolucijske tipove — može se dobro posmatrati tek od početka paleozoičke ere — to jest, od kambrijskog razdoblja. U to vreme život je već bio dosta uznapredovao i uraznoličio se.

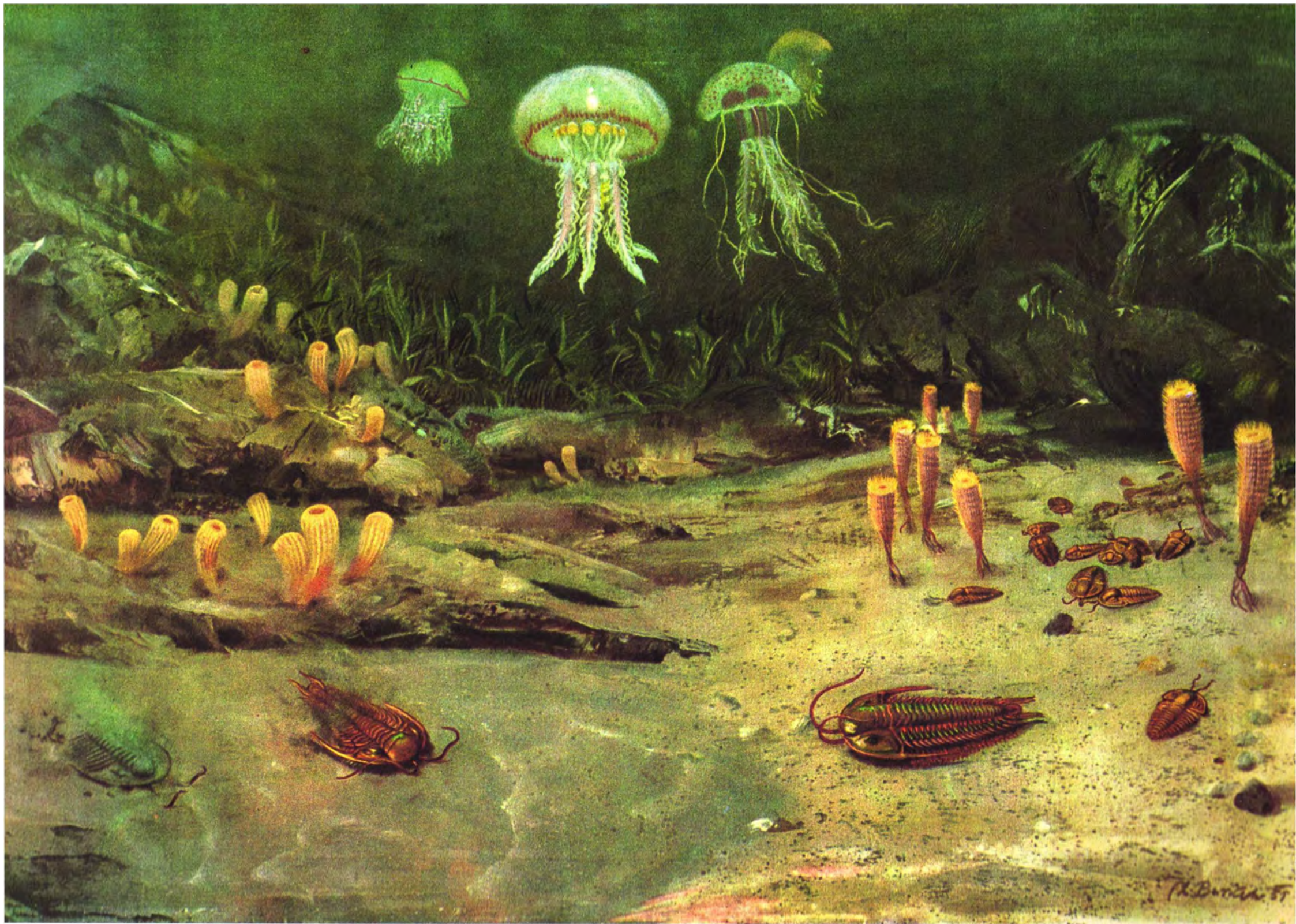
Najtipičniji predstavnici kambrijske faune jesu *trilobiti*, koji veoma podsećaju na ljuskare. Njihova ledjna koruba bila je po dužini podeljena na tri dela, po čemu su i dobili ime. Usta su im se nalazila sa donje strane glave, a s gornje strane glave često su

imali po dva složena oka. Pljosnato telo i položaj usta ukazuju da su trilobiti uglavnom puzili po morskom dnu, gde su nalazili i jeli sićušne organizme ili organske otpatke. U tim najranijim morima, zajedno s trilobitima, živele su i razne vrste primitivnih brahiopoda, bodljokožaca (naročito iščezla vrsta *Cystoidea*), crva, sundjera, hidrozoa (meduza, dupljara, itd.).

Pre nekih 500 miliona godina jedno od kambrijskih mora po-

krivalo je dobar deo srednje Evrope. U sedimentima toga mora danas nalazimo ostatke opisane faune. Naša slika pokazuje deo dna kambrijskog mora u srednjoj Češkoj, sa karakterističnim trilobitima iz vrsta *Paradoxides gracilis* (veći) i *Ellipsocephalus hoffi* (manji), i sa sundjerima bogatima silicijumom i meduzama koje lebde iznad gustiša raznovrsnih algi.

Kambrijsko more



U silursko doba, pre nekih 400 miliona godina, život je već bio bogat i raznovrsan, a sa evolucijskog gledišta znatno je napredovao u odnosu na ranija mora (kambrijsko i ordovičko). Pored trilobita i neobičnih graptolita veoma su se rasprostrli primitivni predstavnici raznih puževa, školjki, brahiopoda i brioza (pamekušaca). Od bodljokožaca najistaknutiji su bili morski krinovi; njihove dugestabljike nosile su na krajevima po jedan ukrasni pehar s vencem od pet pokretnih pipaka. U si-

lurskom moru bili su dosta rašireni i daleki preci nama poznatih, današnjih koralja, koji su na pogodnim mestima obrazovali prostrane i slikovite naseobine. Brojni primitivni glavonošci bili su značajan element silurskih mora; svi su oni bili u srodstvu sa današnjim *Nautilusom*, ali su obično imali prave ili tek blago povijene ljuštore, često ukrašene lepim raznobojnim šarama.

Naša slika prikazuje deo stenovitog dna silurskog mora u srednjoj Češkoj, gde u mnoštvu raznovrsnih algi i među lepim mor-

skim krinovima nalazimo listolike naseobine iščezlih koralja *Favosites* i usamljene, pojedinačne čašice iščezlih koralja iz reda *Tetracoralla*, *Xylodes* (visoke, uzane čašice) i *Omphyma* (niske čašice nalik na šolje). Po pesku ispred stene puze trilobiti iz vrsta *Aulacopleura konincki* i *Cheirurus insignis* (pršljenasti, mrki), dok ih u zasedi čekaju proždrljivi glavonošci-mesožderi iz vrsta *Orthoceras pellucidum* (sa pravom ljušturom) i *Cyrtoceras decurio* (sa blago povijenom ljušturom). Prazne puževske kućice (zavrtnju slična

kućica roda *Murchisonia* i ravno-spiralna ljuštura roda *Cyclotropis*) već su dopola zatrpane peskom. U desnom uglu slike vidi se mala skupina brahiopoda iz vrsta *Glassia columbella* (glatke školjke) i *Conchidium knighti* (školjke ukrašene rebrastim ispupčenjima).

(Ova slika rekonstruisana je na osnovu faune iz Budnjanskih naslaga sa padina Kosoža i sa Velke Čukle kod Praga. Raznobojne šare na ljušturama glavonožaca date su prema ostacima tih životinja koji se nalaze u Narodnom muzeju u Pragu.)



Paucima slični zglavkari (*Arachnomorpha*) obilato su se razvijali u silurskim morima, naročito oni iz grupe *Merostomata*. Bile su to neobične životinje, sa relativno malom glavom i dugim telom od dvanaest segmenata. Na kraju se, po pravilu, nalazio poseban, obično pršljenast deo, nalik na rep — tzv. telson. Na glavenom delu, sa donje strane, te su životinje imale po šest pari izraštaja, koji su im slu-

žili delimice, za ishranu a delimice za kretanje. Na gornjoj strani glavenog dela, pored dva krupna složena oka, nalazila su se i dva posebna mala oka — takozvani *oceli* (okca).

U silurskim morima naročito su se uspešno razvijala dva roda ovih osobitih životinja — *Eurypterus* i *Pterygotus*. *Eurypterus* je bio relativno mala životinja, a naročito je zanimljivo što se poslednji par pomenutih izraštaja na gla-

vi razvio kod nje u krupne i snažne organe za veslanje; druga životinja, *Pterygotus*, ponekad dugačka i do dva metra, odlikuje se time što joj se drugi par glavenih izraštaja pretvorio u krupna klešta, dosta slična kleštima sadašnjih jastoga i kraba, i time što joj je površina hitinske ledjne korube bila pokrivena osobitim polumesečastim ukrasima. Predstavnici oba ova roda bili su vrlo brojni u silurskim morima.

Sve životinje iz ovih rodova bile su grabljivice. Neke od njih — kao veliki *Pterygotus* ili još veći *Stylonurus* (dug preko tri metra) — nisu imale nijednog ozbiljnog protivnika u fauni toga vremena. Izgleda da je jedna od tih zveri, *Carcinosoma*, koja podseća na veliku skorpiju, ubijala žrtve probadajući ih svojim šiljatim i povišenim telsonom, sličnim maču, koji je, po svemu sudeći, bio snabdeven otrovnom žlezdom.

Pterygotus
i *Eurypterus*



Vode devonskog razdoblja svagda će se pamti po silnom razvoju riba. Među njima, predstavnici grupe *Placodermi* spadaju u najstarije i najprimitivnije riblje oblike. Za njih se već dugo zna, a otkrio ih je škotski istraživač Hju Miler (Hugh Miller). Njihov skelet bio je manje-više okoštao, a spolja su bile pokrivene okoštanim, vrlo snažnim a ponekad i vrlo krupnim pločama. Grubo ih možemo podeliti u dve grupe, prema tome da li su se njihova šiljata grudna peraja sastojala od jednog segmenta

(*Arthrodira*) ili više segmenata (*Antiarcha*). Najstarije ribe iz prve grupe (*Arthrodira*) odlikuju se krupnim glavama, koje su bile pokrivene velikim brojem pravilno raspoređenih koštanih ploča; ove su preko prednjeg dela tela bile gotovo uklopljene u skelet. Ove ribe živele su u lagunama sa slanijom vodom, a poznate su nam iz devonskih naslaga u Evropi, Severnoj Americi i Australiji. *Dinichthys*, sa glavenim štitom dugim preko jednog metra, bio je jedan od džinova među tim najranijim ribama. Njegov čest

plen bila je drevna ajkula (*Proselachii*), naročito ona iz primitivnog roda *Cladoselache*, čije se vretenasto telo, dugo oko 75 santimetara, odlikovalo velikim trouglastim grudnim perajama i vrlo snažnim repnim perajem. Hrptenjača tih riba još nije bila podeljena na pršljenove, a samo im je svod hrptenjače bio dobro razvijen i okoštao. Parna peraja odlikovala su se kratkim rskavičavim osnovama, sa kojih su se zrakasto pružale duge i tanke kosti peraja.

Prošlo je više od 350 miliona

godina otkako su najranije ribe iz roda *Dinichthys* lovile ne samo najranije ajkule iz roda *Cladoselache* već i mnoge druge ribe, ribc-plućašice i ribe-šakoperke, koje su živele s njima u obilju rodova i vrsta. Devonske vode, u kojima je došlo do nastanka i prvog razvoja mnogih grupa riba, davno su već nestale sa lica Zemlje. Ali njihov mulj, sada stvrdnut u stenje, sačuvao je ostatke tih riba i dokazuje nam da je devon, s evolucijske tačke gledišta, bio doba riba.

Dinichthys
i *Cladoselache*



A. Burian 55

Krajem starijeg paleozoika, pred kraj silurskog i na početku devonskog razdoblja, na Zemlji se desila značajna promena. Neki tipovi, naime, pokušali su i uspeli da napuste vode pradrevnih mora i nasele se na močvarnom priobalnom području, a kasnije i na suvom tlu, dublje na kopnu. Ovaj proces je bio nov i neobičan, zato što je kopno u to doba još bilo samo beskrajna pustinja, lišena bilo kakvog života. Golo stenje, tučeno kišama i vetrovima, nadnosilo se tu i tamo nad nepreglednim nizijama. Posle

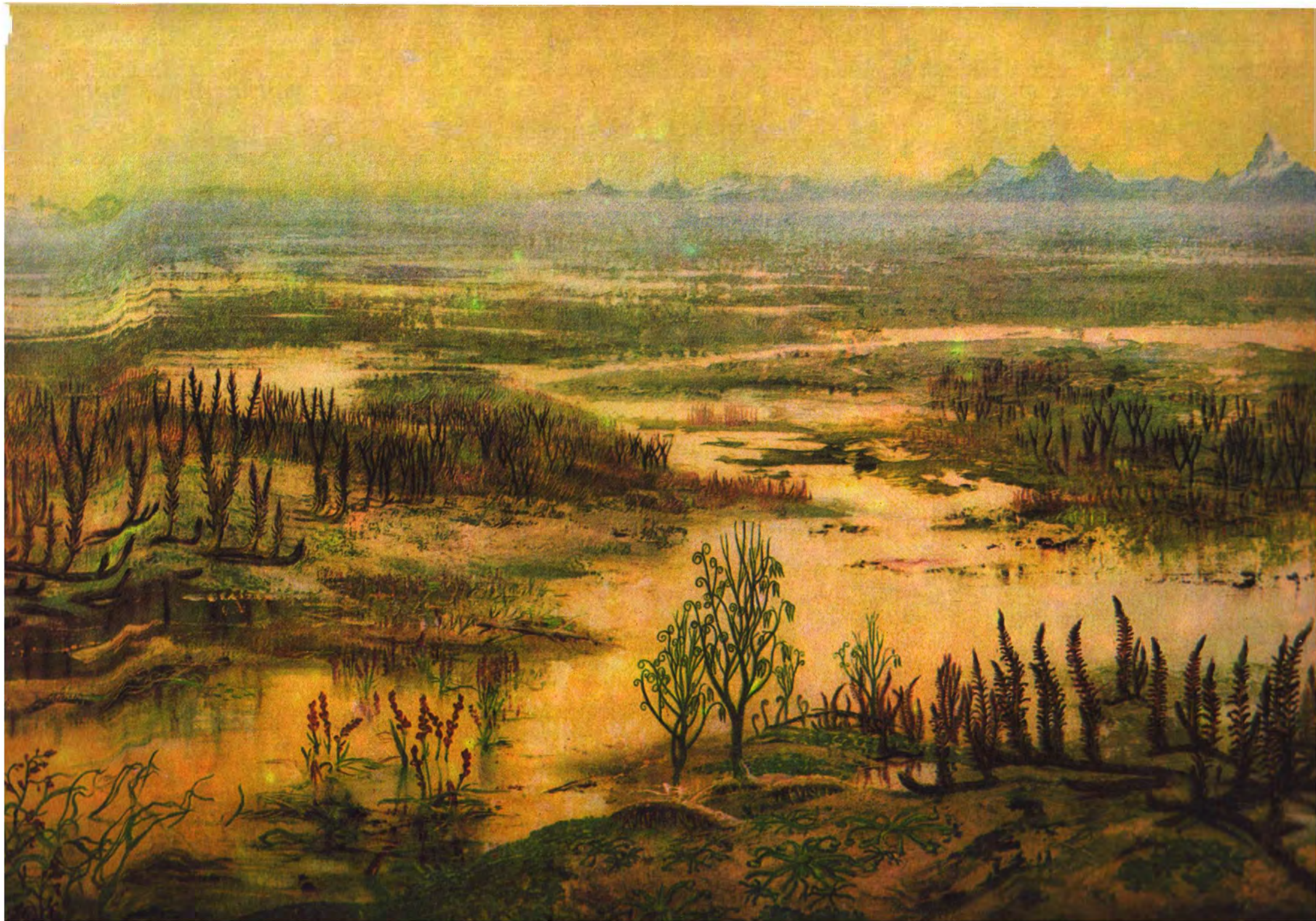
žestokih bura, obale tadašnjih mora bile su oivičene uzanim pojasevima iz vode izbačenih algi, među kojima su sijale raznobojne ljuštore puževa, školjki i glavonožaca, i gde su nepokretno ležala tela trilobita. Ali i ti pojasevi živih ili nekad živih bića vremenom bi nestali, i pustoš predela ponovo se pojavljivala u svoj svojoj zastrašujućoj jednoličnosti.

Biljke su bezbroj puta morale da napadnu kopno pre no što su ga konačno osvojile. Mnogi njihovi napadi bili su bezuspešni,

ali su biljke konačno ipak pobedile, zadobivši novi dom beskonačnih mogućnosti. Tako se desilo da priobalne močvare i rito-ve donjeg devona osvoji neobična flora, a stidljivo i jedva čujno zviždanje vetra kroz nju bilo je prvi zvuk koji se čuo nad kopnom, dotada mrtvim i golim. Ta rana devonska flora nije se odlikovala nikakvim istaknutim oblicima ni dimenzijama. Tu nalazimo samo najprimitivnije i najosnovnije tipove sočnih (vaskularnih) bescvetnica, koje su pripadale iščezloj grupi *Psilophy-*

tales. Njihove osovinaste stabljike dizale su se iz mehurastih ili za površinu zemlje prilepljenih podanaka, račvasto se granale i na vrhovima nosile čašice sa sporama. Te su biljke bile bez lišća (npr., biljke iz rodova *Rhynia* i *Horneophyton*) ili lisnate (npr., *Psilophyton*). Neki tipovi ovoga bilja rasli su iz mulja obalskog plicaka (*Taeniocrada*, *Zosterophyllum*). No, bez obzira na njihovu primitivnost i neuglednost, ove donjodevonske biljke bile su od velikog evolucijskog značaja, jer snjima počinje evolucija kopnene flore.

*Donjodevonski
predeo*



Već znamo da su se morske biljke, pred kraj silura i na početku devona, u nizu penom ukrašenih morskih talasa, u ritmičkim naletima bacale na kopno, pokušavajući da ga osvoje. One su zanemarivale mrtve rođjake koji su im utirali put, zane-marivale su smetnje i neizbežna vraćanja u vodu, i tvrdoglavo su grabile napred, stalno se menjajući i prilagođujući, sve dok, napokon, na početku devona (kako već znamo) nisu pobedile kopno. Veličina i značaj te pobeđe, međutim, ne pokazuju se u jednostavnosti i primitivnosti donjodevonske flore. Ona se sastojala

samo od malenih, skromnih i stidljivih predaka kasnijih drvetolikih konjskih repova (rastavića), prašuljica (*Lycopodia*) i paprati; te prve kopnene biljke rasle su u slikovitim skupinama koje su tokom vremena sve više zadirale u kopno, oživljavajući jednoličnu žutosivkastu pustoš svetlim mrljama zelenih i drugih raznobojnih tonova.

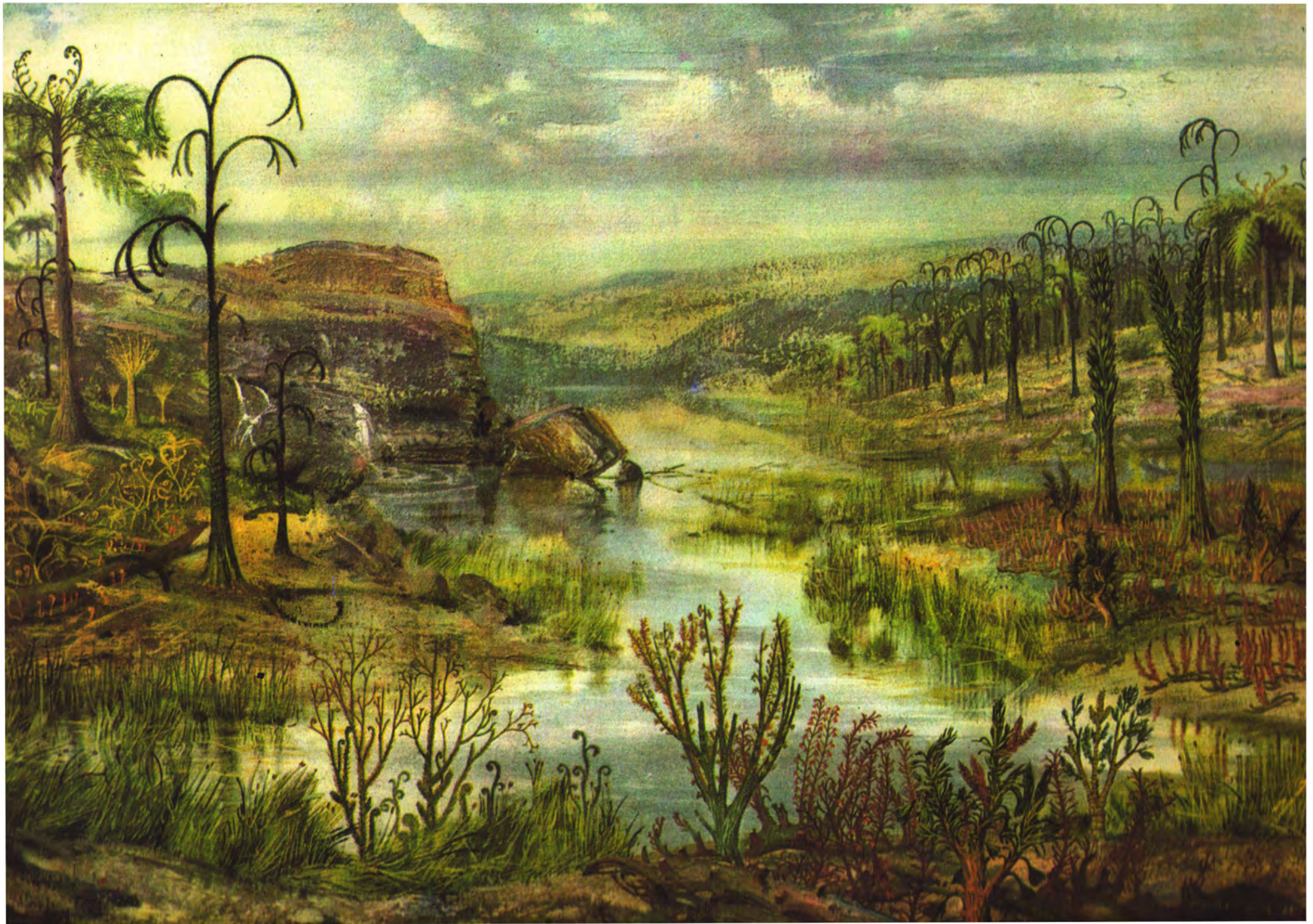
Predstavnici grupe *Psilophytales* povukli su se iz srednjodevonske flore u svoju prvobitnu postojbinu, more, mada su mnogi pripadnici te grupe još bili česti na zemlji (kao bezlisna biljka *Pseudosporochnus*, na primer,

ili lisnata *Drepanophycus* i *Asteroxylon* — biljke visoke od 8 do 15 santimetara, koje su, po svemu sudeći, rasle iz mulja plicaka). Mada su sve ove biljke iščezle pred kraj srednjeg devona, od njih su se razvile neke od prvih prašuljica (*Protolpidodendron*, *Barrandeina*, *Duisbergia*, visoke do 2 metra, i *Archaeosigillaria*, prva zaista drvetolika biljka), prvi rastavići (*Hyenia* i *Calamophyton*) i prve paprati (naročito *Protopteridium*).

U poredjenju sa donjodevonskom vegetacijom, flora srednjeg devona bila je mnogo bogatija i raznovrsnija. Svoje glavne odli-

ke ona dobija od raznih vrsta paprati, rastavića i prašuljica, koji su već stvarali slikovite čestare i šumice uz obale baruština i močvara. No evolucija je neprestano napredovala. Tako nam kraj devona pruža sliku jedne flore sasvim različne od one na njegovu početku. U gornjem devonu, kada se flora još više obogatila drvetolikim rastavićima (*Pseudobornia*) i novim tipovima drvetolikih prašuljica (*Cyclostigma*), kao i novim tipovima paprati, na Zemlji su se pojavile prve praiskonske šume, s biljkama koje su i izgledom i veličinom podsećale na drveće.

*Srednjodevonski
predeo*



U velikim i vodom dobro snabdevenim bazenima u podnožju planina nastalih tokom velikog orogenetskog procesa hercinskog ubiranja (skupljanja Zemljine kore) — procesa koji se zbivao krajem devonskog i početnog karbonskog razdoblja (razdoblja uglja) — pod vrlo povoljnim životnim uslovima, rasla je bujna vegetacija, a ostaci te flore postali su osnova sadašnjih naslaga kamenog uglja, sirovine koju čovek tek danas počinje da ceni kako treba.

Sočne (vaskularne) bescvetnice idu medju najosobenije tipove biljaka iz karbonskog razdoblja, a medju njima najviše se ističu drvetolike prašuljice (*Lepidoden-*

dron sa vrlo granatom krošnjom i *Sigillaria* s jednom ili više kićan-ki dugih, uzanih listova), i rastavići (*Eucalamites*, *Stylocalamites* i *Calamitina*, dugih, izrazitih, pršljenastih debala sa pršljenastim granama snabdevenim pravim listovima). Ispod ovih drvetoliki džinova, visokih 20 do 31 metara, širilo se obilje niskog rastinja — razne mahovine, badre, travastih i prizemnih prašuljica i divnih paprati. No tu su rasle i paprati (npr., *Mariopteris* ili *Etapteris*) koje su se kao puza-vice uvijale oko stabala lepidodendrona, sigilarije i drugih „drveta“, ili one koje su kao drveće, visoko 12 do 18 metara, obrazovale prekrasne gajeve. Neobične

sfenofile (*Sphenophyllum*) uvijale su se oko debala srušenih biljnih džinova ili oko stabljika džinovskih paprati. Medju ovde opisanim bescveticama našli su svoj dom i značajni predstavnici iščezle grupe *Pteridospermae*; iako na izgled vrlo slične paprati, biljke ove grupe (npr., *Neuropteris*, *Lyginopteris* i druge) ipak su davale pravo pravcato seme. Svi predstavnici grupe pteridospermi pripadaju najnižim golosemenicama (*Gymnospermae*). Mada su bile relativno niskog rasta, mnogobrojne pteridosperme odlikovale su se neobično širokim lepezastim listovima. Najviša drveta u praiskonskim šumama karbona bila su *Cordaites*, biljke

koje takodje spadaju u golosemenice; te drvetolike biljke bile su visoke i do 50 metara, imale su glatko stablo i bogato razgranatu krošnju od dugih, trakastih listova; bilo ih je više vrsta.

Naša slika pruža ovlašnu skicu izgleda praiskonskih karbonskih šuma, bogatog ukrasa Zemlje od pre 250 miliona godina. Danas su te šume zatrpane duboko pod zemljom kao žile kamenog uglja. Kada džarate vatru, setite se da pred sobom imate istinski spomenik prastarih šuma karbonskih razdoblja, a ne neko bezvredno komadje crnog kamena.

*Praiskonska
karbonska šuma*



Reke i močvare iskonskih šuma karbona takodje su bile bogate životom. U mulju na njihovom dnu živeli su razni crvi (ili gliste) i školjke, po stabljikama vodenog bilja puzili su, mada retko, razni puževi, koji su nekad u to vreme osvojili i kopno; kroz gusti plet podvodne vegetacije vrvele su larve mnogih vrsta insekata. Razni sićušni ljuskari takodje su bili vrlo mnogobrojni.

Prve ajkule iz roda *Pleuracanthus* bile su najopasniji pljačkaši tih voda. One su imale rskavičav skelet, ali već bogato snabdeven nepravilnim krečnim prizmama. Kičmeni svodovi, i gornji i donji,

bili su u tih riba već okoštali i odlikovali se dugim kičmenim stubovima. Lobanja im je bila rskavičava. Imale su pet škržnih lukova, koji su, po mišljenju nekih paleontologa, bili čak pokriveni nekakvim škržnim kapcima. Ledjno peraje bilo im je neobično dugo — protezalo se od glave do repa. Grudna peraja odlikovala su se izrazitom središnom osom, sa lepezasto raspoređenim kostima; mužjaci ovih riba imali su u karličnom peraju i polni organ. Snažna kičma sa zubastim ispupčenjima na obe strane protezala se od same glave do kraja ledjnog peraja. Repno peraje bilo je asi-

metrično. Usta tih riba bila su naoružana velikim brojem zuba sa po dva razilazna vrha, između kojih se nalazio majušni srednji vrh. Ove su ajkule bile vrlo mnogobrojne u karbonskim šumama sadašnje Čehoslovačke, a dostizale su dužinu od oko 65 santimetara. Češki paleontolog, profesor A. Frič mnogo je doprineo proučavanju tih riba; naročito je ispitivao njihove ostatke nadjene u slojevima iz gornjeg karbona kod mesta Nižanji i slojevima iz donjega perma kod Brumova.

Ove ajkule su jamačno grabile lavovski deo ribljeg plena toga

vremena, proždirući naročito neke tipove riba iz iščezlih familija *Palaeoniscidae* i *Platysomidae*. To su uglavnom bile manje ribe duguljastih pljosnatih tela, sa krupnim krljuštima u obliku romba i ustima snabdevenim sićušnim zubima. Ove ribe takodje su bile vrlo brojne u karbonskim šumama Čehoslovačke i njihove ostatke nalazimo podjednako često u slojevima iz gornjeg karbona i onima iz donjeg perma; najbrojnije među njima bile su ribe iz roda *Amblypterus*, sa više vrsta.

Pleuracanthus
i *Amblypterus*



Sa svoje ružičaste kolevke jutarnjeg neba jarko sunce gornjeg karbona odašiljalo je tople zrake. Pred njihovim zlatnim strelama oblaci magle povlačili su se u gustiš neobične drevne vegetacije, koja je na sve strane obilno bujala.

To se u cik zore budio neobični karbonski predeo.

On se sastojao od bezbrojnih ostrva, odvojenih vododerinama i kanalima; bila je to haotična zbrka plitkih jezera, baruština i suvog zemljišta. Krute stabljike ogromnih trski rasle su iz muljevitog dna obalskih voda; vitka, ljuspasta debela lepidodendrona

uzdizala su svoje ogromne, široke, kišobranima slične krošnje visoko iznad vodom natopljenog obalskog zemljišta, dok su se stabla njima srodnih sigilarija dizala pravo kao stubovi osuti ožiljcima od već opalih listova i krunisani ćubama duguljastog, sabljastog lišća. Tu i tamo rasla su veličanstvena stabla džinovske paprati, a ponegde i vitke kordaite, koje su padale u oči svojim tamno zelenim lišćem. Stabla mnogih tih džinovskih drveta bila su iskićena raznim vrstama lijanaste paprati, koje su se pele uz njih kao debele zelene zmije, mašući kroz vlažni vazduh

širokim lepezama svojih listova nalik na prekrasne stegove od zelene čipke. A gde god da je divlja oluja slomila i oborila koje od tih ogromnih drveta, vlažna zemlja bila je pokrivena nerazmrsivim šarom niskog rastinja i gustišom mladih trski, lepidodendrona i sigilarija.

Nad tim močvarnim predelom vladala je gotovo užasna tišina.

Ali ta tišina nije označavala odsustvo života. U gustim spleto- vima niskog rastinja prvi jakrepi (skorpije) i prvi pauci ležali su u zasedi čekajući plen. Mnoge stonoge krile su se pod trulim ostacima bilja. Najraniji insekti

(naročito oni iz grupe *Palaeodictyoptera*) bili su takodje mnogo- brojni; njihova tela još su nosila brojne prastare, primitivne odli- ke, ali su oni ipak bili osnova za novije insekte, višega tipa, koji su se već mogli nazreti u nekim vrstama pomenute grupe — na primer, u krupnim bubašvabama, u neobičnim precima zrikav- ca, vodenog cveta i mnogih dru- gih insekata. Neki od tih ranih insekata i zaista pravih tipova insekata dostizali su zamašne raz- mere. Tako je vilinski konjic *Meganeura*, s rasponom krila od 80 santimetara, bio pravi džin među postojećim i izumrlim insektima.

Meganeura



Devičanske šume karbonskog razdoblja, sa svojim bezbrojnim močvarama, bile su dom i prvih vodozemaca, *Stegocephali*, koji su se tokom devona razvili iz grupe *Crossopterygii*, riba-šakoperki. Ti pravodozemci živeli su po šumama u bezbroj rodova i vrsta i toliko su značajni za gornji karbon i donji perm da se to doba ponekad naziva dobom vodozemaca. Ovaj naziv sasvim je prikladan, jer vodozemci nisu tada bili samo brojni, već su odista vladali čitavim svetom. Ti vodozemci su bili različitih veličina i oblika; neki su ličili na daždevnjake ili guštere, drugi na krokodile, treći na

zmije. Tela su im bila pokrivena oklopima od fine krljušti ili koštanih štapića; kod nekih većih životinja taj se oklop sastojao od teških, snažnih koštanih ploča. Glave tih pravodozemaca bile su pljosnate, uglavnom trouglaste, a usta su im bila snabdevena ostrim zubima, što pokazuje da su bili zveri-grabljivice; ponekad, štaviše, nisu štedeli ni vlastite mladunce. Ti vodozemci se razlikuju od novijih tipova po tome što su svi bez razlike imali veći broj lobanjskih kostiju, koje su im sasvim zatvarale lobanje, pa čak ih i spolja pokrivale koštanim pločama (otud i potiče naziv

„stegocephalia“). Druge njihove posebne odlike bile su *foramen parietale* (karakteristični sklop ramenog pojasa), nesistematičnost rasporeda zuba i upadljiva razvijenost telesnog oklopa. Odrasli pravodozemci živeli su najviše na vlažnim, glibovitim obalama močvara, jezera i ritova, gde su u obilju prastare flore gmizali unaokolo, tragajući za crvima, stonogama, prvim bubašvabama i drugim sitnim plenom; krupni vodozemci su, po svemu sudeći, lovili ribe. Jaja su te životinje polagale u vodu, u kojoj su mladunci prolazili kroz stadijum larve, dišući na škrge.

Ovi zanimljivi primitivni vodozemci bili su vrlo mnogobrojni u močvarama karbona i donjeg perma. Naša slika prikazuje jedan miran kutak gornjokarbonske močvare kod mesta Nižanji u Češkoj. Tamni *Branchiosaurus salamandroides* odmara se na ravnom kamenu; pod njim leži *Microbrachis pelikani*, koji se odlikuje malim udovima. Jedan *Urocordylus scalaris* isteglio se da s kamena usred vode dohvati neku bubu, dok drugi iz iste vrste radoznalo posmatra kako se zmijoliki pravodozemac *Dolichosoma longissimum* iznenada pojavljuje, dolazeći ko zna otkud.

Pravodozemci



Površina gornjokarbonske močvare blistala je pod zlatnom svetlošću sunca. Na obalama, devičanske šume džinovskih lepidodendrona ogledale su se u vodi kao traka čistoga srebra. Odraslih prastarih prašuljica bio je poremećen samo tamo gde su čestari trske izrasli iz plitkih obalskih voda. Njihova velika, razvijena i visoka stabla čvrsto su se držala u retkom mulju svojim na sve strane razgranatim korenjem. Sitna paprat, mahovina i porast pokrivala su svojim zele-

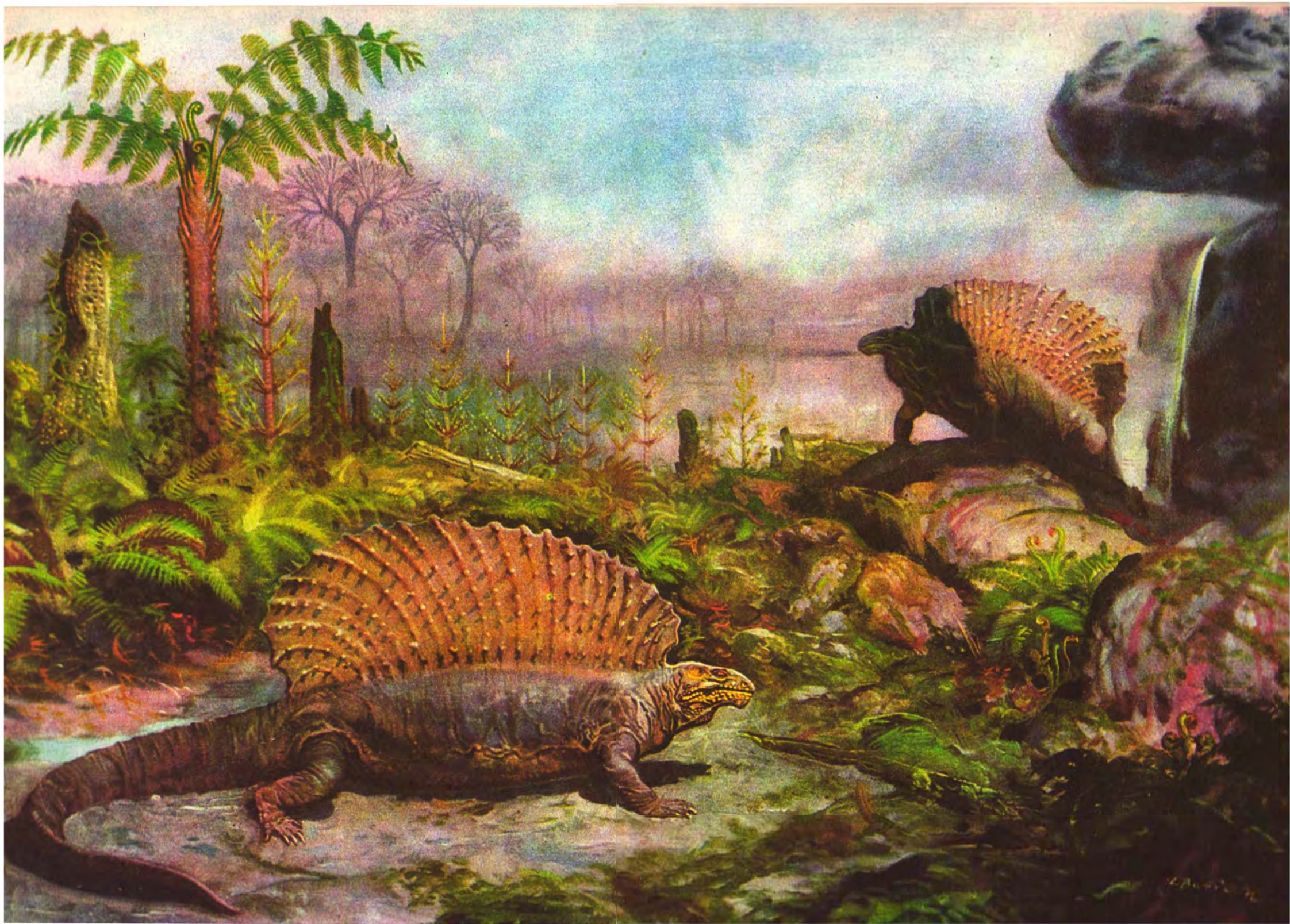
nim velom svaku dublju i vlažniju naprslinu u steni. Drvetolike paprati, čiji su lepezasti listovi rasli samo na bokovima visokih i vitkih stabala, uvećavale su i tako zamamnu lepotu tog prastarog predela.

Ispod visoke tamne stene odmarao se neobični veliki gušter *Edaphosaurus*, dok je drugi pripadnik istog roda i vrste stajao nasuprot steni. Bile su to čudne životinje, koje su se svojim fantastičnim izgledom sasvim prikladno uklapale u taj prastari

predeo. Njihova najupadljivija odlika bio je ogromni češljoliki ukras od dugih koštanih žbica, osut kvrgama, koji se protezao duž ledja životinje; te koštane žbice nisu bile ništa drugo do izduženi vrhovi pršljenova hrptenjače. Mada su izgledali strašno, ovi gušteri su bili bezopasni biljojedi, što nam otkrivaju njihovi zubi. Živeli su tokom gornjeg karbona i donjeg perma u Evropi i Severnoj Americi. U Čehoslovačkoj njihovi su ostaci nadjeni na dva mesta — kod mesta Niža-

nji u Češkoj i kod Rosice u Moravskoj — a na oba mesta u gornjokarbonskom sloju. Medjutim, može se pretpostaviti da su ovi gušteri živeli u Moravskoj i tokom donjega perma. Na to nam ukazuju krupni tragovi nogu sličnih njihovima, koji su još davno otkriveni u naslagama kamena-peščara iz donjega perma kod Ivančice, blizu mesta Rosice. No to je, naravno, samo teorija, jer ti tragovi mogu poticati i od nekog krupnog pravodozemca.

Edaphosaurus



Zamašan deo Južne Afrike pokriven je naslagama koje se u geološkoj i paleontološkoj literaturi tehnički nazivaju „Karu-formacijama“. Ovaj kompleks slojeva sačinjen je od naizmeničnih naslaga škriljca, laporca i peščara raznih boja a kontinentalnog porekla; „Karu-formacija“ debela je blizu 6000 metara, a stvarala se taloženjem, od kraja paleozoika (to jest, od perma), tokom čitavog mezozoika, sve do razdoblja jure. Kontinentalni se-

dimenti, međutim, javljaju se svuda u sadašnjoj južnoj hemisferi — naročito u Južnoj Americi, Australiji i Indiji — i predstavljaju sve što je ostalo od nekada vrlo duguljastog južnog kontinenta, koji se naziva Gondvana.

Ta južna permotrijaska zemlja Gondvana bila je (poput mnogih drugih oblasti, a naročito permske poduralске oblasti) dom čudnih drevnih gmizavaca, koji se ponekad odlikuju neobičnim mešavinama odlika pravo-

dozemaca (*Stegocephali*), gmizavaca i sisara. Ti rani gmizavci predstavljali su veliku i raznovrsnu celinu, koja je isto tako zanimljiva kao, na primer, poznije grupe gmizavaca iz razdoblja jure i krede, ili grupe tercijarnih sisara. Ti su se gmizavci razlikovali po veličini, izgledu i navikama. S evolucijske tačke gledišta, oni su od ogromnog značaja jer se među njima javljaju tipovi životinja od kojih su se razvili sisari (grupa *Ictidosauria*).

Tokom perma u Južnoj Africi živeli su mnogi vrlo krupni i nezgrapni drevni gmizavci, od kojih potiče izvestan broj evolucijskih grana s mrtvim krajevima. Jedna od tih nespretnih zveri bio je *Moschops*, dug preko dva metra, koji je u vreme srednjega perma naseljavao obale retkih pustinjskih reka s retkom vegetacijom koja mu je služila za ishranu.

Moschops



Baš kao što se permski kontinent na južnoj hemisferi odlikovao zanimljivim i sasvim osobitim rodovima i vrstama gmizavaca, tako su i vode južne hemisfere krile u to vreme svog neobičnog gmizavca *Mesosaurusa*. On nije bio naročito velik — u dužinu je merio samo oko 75 santimetara. Lobanja mu je bila izdužena, a vilice snabdevene velikim brojem tankih ali oštarih zuba. Vrat mu je bio kratak, ali mu je telo bilo izduženo i završavalo se dugačkim repom. Rebra su mu sledja bila upadljivo zadebljana; ova osobenost (koja se naziva *pachyostosis*) bila je posledica prilagodjenosti životu u vodi i podseća na sličnu pojavu kod postojećih i izumrlih *Sirenia*.

Zadnji udovi *Mesosaurusa* bili su mnogo jači od prednjih, a njihovi prsti znatno duži. Svi udovi imali su po pet prstiju.

Ostaci ovog gmizavca nadjeni su dosad samo u permskim slojevima u Južnoj Africi i Brazilu. *Mesosaurus* je izvanredno zanimljiv i značajan kao najstariji vodeni gmizavac, jer su se gmizavci najpre razvili kao kopnene životinje, od kojih su se neke tek kasnije prilagodile životu u vodi.

Ranije je taj neveliki grabljivi gmizavac smatran pretkom *Ichthyosaurusa*. Danas, međjutim, na osnovu detaljnog naučnog istraživanja profesora F. fon Hinea (F. von Huene), pouzdano znamo da je ta pretpostavka bila netačna.



Kada se donji perm završio i kad su devičanske karbonske šume, pune praiskonske lepote, zauvek nestale sa lica Zemlje, započeo je gornji perm, i u biljnom svetu je došlo do jedne značajne promene. Umesto nepreglednih prašuma bescvetnica od kojih su se mnoge odlikovale drvetolikim oblicima ogromnih razmera, izobilno su se pojavile golosemenice (*Gymnospermae*; na primer, *Ullmania*, *Baiera*, *Voltzia*), mada, međutim, tek kao preteče njihova kasnijeg širenja i procvata, koji su trajali kroz skoro ceo mezozoik (do kraja donje krede). Stoga je vegetacija (u grubim,

opštim linijama, naravno) činila mezozoički predeo mnogo raznolikijim od permskoga.

Vodeći tipovi mezozoičke flore bile su razne golosemenice, od kojih su najčešći bili razni predstavnici *Cycadophyta* (bilja nalik na palme) — niskih oblika, sa kratkim, loptastim ili bačvastim deblima (*Cycadoidea*), pokrivenih ponekad krupnim raznobojnim cvetovima, i drvetolikih oblika s vitkim, retko kad granatim stablima; no sve biljke ove grupe imale su bogatu krunu od dugog i snažnog lišća, što podseća na palme. Predstavnici iščezle grupe *Bennettitaceae*, žbunastog (*Wie-*

landiella ili *Williamsoniella*) i drvetolikog oblika (npr., *Williamsonia*) takodje pripadaju *Cycadophytama*. U to vreme pojavili su se i obilno razvili i prvi predstavnici četinarara; među njih su išli pripadnici grupe *Gingkoala* (i sam rod *Gingko*, koji još postoji), *Taxodiuma*, drveća nalik na bor ili kiparis, itd. U to se vreme prvi put pojavila i džinovska sekvoja.

Bescvetnice su tokom mezozoika izgubile svoj raniji vodeći položaj u vegetaciji. Razne paprati (*Thaumatopteris*, *Dipteridium*, *Hausmannia*, itd.) još su rasle na hladovitim i vlažnim mestima ili na obalama reka i jezera; pone-

kad su se širile preko vlažnih steina (npr., *Gleichenia*). Razni rastavići i dalje su rasli iz voda močvara, ali su bili daleko manji nego ikad pre (*Equisetum*, *Schizoneura*).

Mezozoička flora razlikovala se, dakle, od one iz prethodnog doba, što je dovelo i do razlike u fauni tih vremena; životinje mezozoika živele su u predelima jedne nove, različne prirode, te su za svoju evoluciju i širenje nužno upotrebljavale ono što im je taj bogatiji mezozoički svet imao da ponudi.

Mezozoički predeo



Pravodozemci (*Stegocephali*), koji su u mnogobrojnim rodovima i vrstama živeli u vodama i na vlažnim mestima močvarnih devičanskih šuma gornjeg karbona i donjeg perma, sasvim su iščezli na početku mezozoika (u trijaskom razdoblju). No njihovi poslednji predstavnici iz tog razdoblja zanimljivi su zato što su dostigli zamašnu, čak zapanjujuću veličinu. Najveći među njima bio je *Mastodonsaurus*. Samo glava predstavnika vrste *Mastodonsaurus giganteus*, čiji su ostaci nadjeni u slojevima iz gornjeg

trijaskog razdoblja u Nemačkoj, bila je duga preko jednog metra; tu veličinu nikad nije premašio ni jedan živi niti izumrli vodozemac.

Po opštem izgledu *Mastodonsaurus* podseća na ogromnu žabu; on je predstavljao strah i trepet za sitnije životinje svoga vremena, a hranio se uglavnom ribama, čiji su ostaci nadjeni u njegovu fosilnom izmetu. Kod Bedhajma u Tiringiji otkrivena je lobanja jednog pripadnika vrste *Mastodonsaurus acuminatus*, u čijim je ustima nadjen zub jedne od riba-dvodihalice iz roda *Cerato-*

des, kao i šest zuba neke ribe iz roda *Saurichthyes*, što potvrđuje činjenicu da su ribe bile glavna hrana tih krupnih grabljivih vodozemaca.

Izgleda da su *Mastodonsaurusi* bili isključivo vodene životinje, koje su tek pokatkad napuštale vodu; no oni nisu nikada ostajali duže na suvom i u svoju pravu sredinu, vodu, vraćali su se što su mogli pre.

Mnoštvo ostataka njihovih skeleta nadjeno je na mnogim mestima. Glavni razlog za to jeste činjenica da su se velika jezera

i močvare u kojima su *Mastodonsaurusi* živeli stalno smanjivala usled velikog isparavanja, sve dok se nisu pretvorila u male bare, pune tih ogromnih vodozemaca, koji su se stalno povlačili za vodom. Kada bi se i te bare isparile, lešine mastodonzaure ležale su na blatnome dnu, jer te životinje nisu mogle da žive bez vode.

Prošlo je bar 150 miliona godina od vremena kad su živeli i izumrli ti neobični vodozemci, poslednji, džinovski potomci pravodozemaca iz gornjeg karbona i donjeg perma.

Mastodonsaurus



U donjem trijaskom razdoblju, velike peščane pustinje pokrivale su znatan deo površine današnje Nemačke. Oskudna, pustinjska (kserofitna) flora rasla je samo oko plitkih jezera nastalih na niskim područjima; tu je naročito čest četinar *Voltzia*, kao i nisko sagovo drveće (sago-palma), a tu i tamo nalazimo i gužve niske paprati (*Neuropteridium*, *Anomopteris*), čiji su složeni lepezasti listovi bili sastavljeni od živih listaka, gusto postavljenih jedan uz drugi. Padine peščanih dina bile su obrasle grupama predstavnika neobičnih biljaka *Pleuromeia*, visokih do 2,5 metra a srodnih karbonskoj *Sigillarii*;

njihova vitka stabla, osuta ožiljcima od otpalog lišća, bila su krunisana kratkim, grubim listovima, i završavala se kupasto. Iz plitkih obalskih voda jezera rastao je samo rastavić *Schizoneura*; no čak i on se tu morao žestoko boriti za opstanak kad je jarko sunce donjeg trijaskog razdoblja isušivalo jezerâ, pa se njihovi obalski plićaci često pretvarali u blatišta. Više puta po tom blatnom zemljištu zabauljao je tajanstvenigmizavac *Chirotherium*, ostavljajući tragove koji su se sačuvali tokom bezbrojnih vekova.

Mada su tragovi nogu *Chirotheriuma* već dugo poznati (u Engleskoj od 1824, u Nemačkoj od

1835, u Francuskoj od 1856, a u Španiji od 1898), od tog gmizavca do danas nije nadjena nijedna kost. Otisci njegovih nogu sa po pet prstiju — slični otiscima ruku (otuda i potiče naziv tih gmizavaca) — dugo su bili predmet spora među paleontolozima. Neki su u njima videli tragove sisara (čak i majmuna), drugi tragove vodozemaca, a treći tragove gmizavaca, što se pokazalo kao najverovatnije. Nemačkom paleontologu V. Zergelu (W. Soergel) pripada velika čast što je utvrdio da su to tragovi gmizavaca; posle brižljivog ispitivanja, on je došao do zaključka da je *Chirotherium* bio gmizavac iz

iščezle grupe *Pseudosuchia*, pa ga je čak i grubo rekonstruisao. Paleontolozi se, dakle, nisu predali čak ni kad su bili suočeni s velikom tajnom *Chirotheriuma*, već su se, štaviše, sa sebi svojstvenom upornošću, koristili svim svojim znanjem i iskustvom da bi iz pučkih tragova odredili koja ih je životinja načinila i kako je ona izgledala. Bila bi to velika pobjeda ljudskog uma da nalaz stvarnog skeleta *Chirotheriuma* potvrdi sve zaključke do kojih su paleontolozi došli isključivo na osnovu tragova nogu.

Chirotherium



Ichthyosauridi, ili ribe-gušteri, spadaju među najmnogobrojnije gmizavce-mesoždere mezozoičkih mora. Naziv koji su dobili sasvim im odgovara, pošto su im tela zaista bila veoma slična ribljim. Koža im je bila glatka, lobanja izdužena, kljunasta, obično naoružana velikim brojem krupnih i oštarih zuba (ponekad su ih imali i do dve stotine). Medjutim, znamo i za *Ichthyosauride*, koji su u svojim ustima imali manje, slabije i ne baš tako mnogobrojne zube, pa čak znamo i neke sasvim bezube, poput onih koji su se hranili raznim glavonošcima, naročito sipama; *Ichthyosauridi* koji su se pretežno hranili ribama obično su imali

dobro razvijene zube. Udovi svih ovih životinja bili su pretvoreni u organe slične perajima. Snažno, riboliko telo završavalo se krupnim, kožom obraslim i uspravnim repnim perajem. U geološki mlađih tipova, to peraje imalo je oblik polumeseca, sa širim unutrašnjim lukom, koji je bio podržan krajem hrptenjače.

Prosečna veličina *Ichthyosaurida* iznosila je do 2,5 metra. Poznate su, medjutim, i vrste koje su dostizale zamašnu dužinu. Najveća ovakva životinja bila je džinovski *Leptopterygius acutirostris* iz evropskih slojeva iz donje jure; samo lobanja ovog čudo-višta merila je u dužinu više od 2,5 metra, što znači da je cela

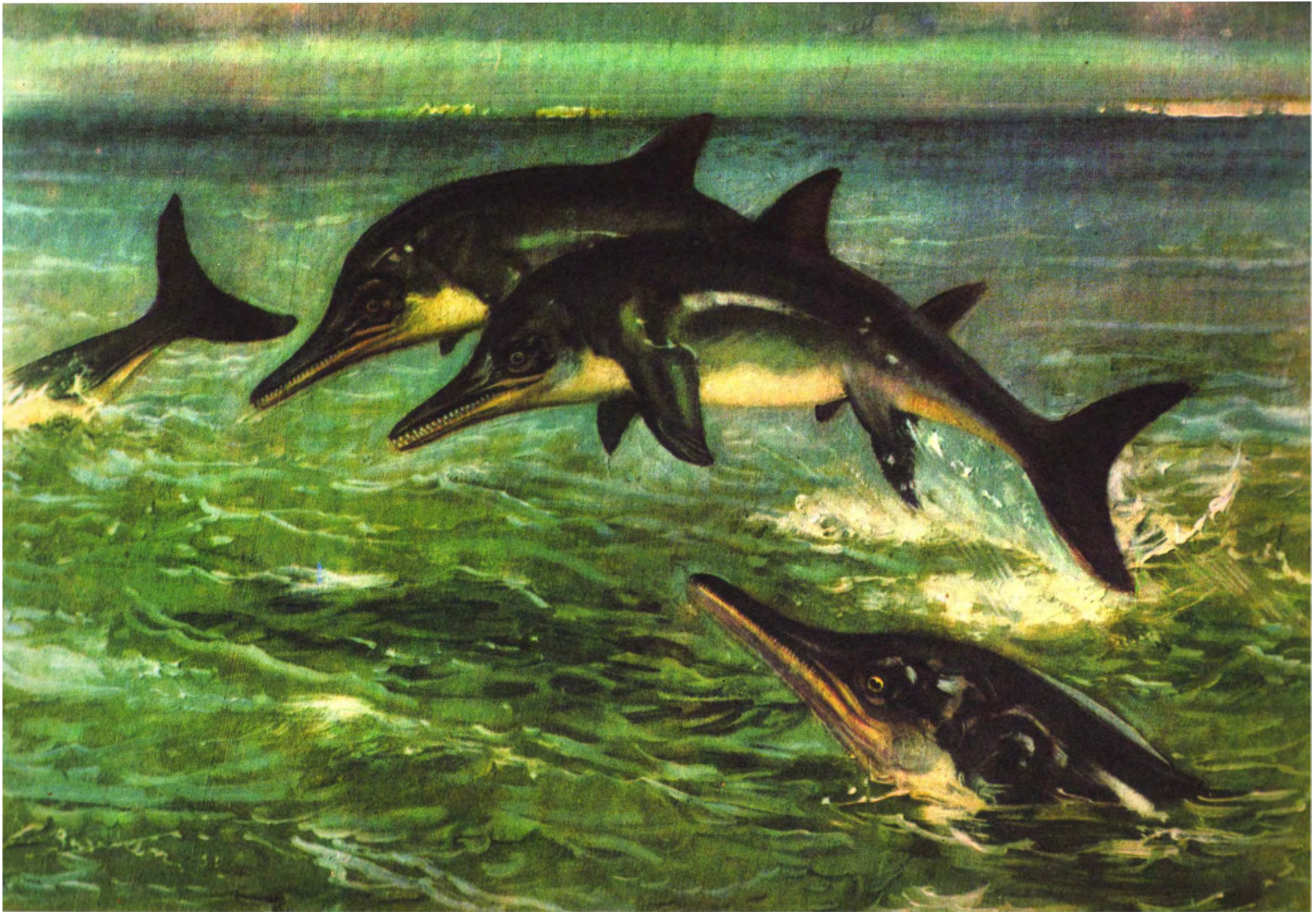
životinja bila duga oko 14 metara.

U telesnim šupljinama *Ichthyosaurida* nadjeni su ne samo ostaci poslednjih obeda koje su pojeli već i ostaci njihovih mladunaca — delimice kao embriona, a delimice kao prožderanog plena. *Ichthyosauridi* su radjali žive mladunce. Plodu je najpre izlazio rep, ali njegov dolazak na svet nije bio brz, već je trajao i po nekoliko nedelja. Rep mladunčeta izlazio je sve više iz majčine utrobe, a tek kad bi u tom položaju naučilo da se služi svojim perajima, mladunče bi za svagda napuštalo telo majke. Prerano ili iznenadno radjanje moglo je biti pogibeljno za

nesposobno mladunče. U ovom načinu radjanja postoji izvesna sličnost sa radjanjem savremenih arktičkih delfina (iz porodice moruna). Taj način radjanja otkriven je kod jednog lepo sačuvanog skeleta ženke iz vrste *Stenopterygius quadriscissus*, nadjenog u slojevima iz donje jure u Nemačkoj. (Upravo je ta vrsta prikazana na našoj slici.)

Na skeletima *Ichthyosaurida* otkrivene su brojne povrede, uglavnom prelomi rebara, no kosti su uvek lepo zarastale. Te povrede ne moraju biti samo posledice sukoba s drugim grabljivim gmizavcima — na primer, sa raznim *Plesiosauridima* — već mogu biti i posledice borbi oko ženki.

Stenopterygius



U mezozoičkim morima živeli su mnogi rodovi i vrste *Ichthyosaurida*. Među tim životinjama jedna od najzanimljivijih bila je *Eurhinosaurus longirostris*, koja je naseljavala more donje jure u Južnoj Nemačkoj. Ona zaslu-
žuje da se spomene zbog dotad nepremašene dužine zubatih vilica. No mi zaista ne znamo zašto su joj vilice bile tako dugačke.

Tokom mezozoika *Ichthyosauridi* su se nalazili po svim postojećim morima, ali su sasvim iščezli pred kraj toga doba. Njihove kosti i skeleti nadjeni su gotovo svuda po svetu. Međutim, najlepši i u potpunosti sačuvani skeleti nadjeni su u tankom

sloju jurskog škriljca u podnožju Švapskih Alpa. Verovatno svaki značajniji muzej ima u svojoj paleontološkoj zbirci bar ponekog *Ichthyosaurida* iz te oblasti. Skeleti tih morskih grabljivih gmizavaca leže u rečenom tankom sloju škriljca kao cveće u nekom herbarijumu. No veoma bismo pogrešili zamišljajući da su oni iskopani u onom stanju u kojem ih sada vidjamo po muzejima. Na putu od mesta nalaza do muzeja oni su prošli kroz proces majstorskog prepariranja, koji je uglavnom vršio dr Bernard Hauf (Bernhard Hauff) iz Holcmadena. Stručnjak-preparator pristupa okamenjenom gmizavcu sa čekićem i dletom, sve ga

više oslobadja od kamenog oklopa i vadi komad po komad skeleta iz njegova kamenog groba. Međutim, dok to radi, on mora da vidi „kroz kamen“, kako neku kost ne bi omaškom uništio ili odbacio. Ovo, naravno, zahteva dugu praksu, veliko strpljenje i, razume se, dobro poznavanje skeleta gmizavca. Grubljem prepariranju sledi tananije; pomoću mnoštva svrdala, nožića i igala najrazličnijih oblika i veličina preparator polako otkriva kost po kost, zub po zub. Vreme koje se utroši na takav preparatorski rad zavisi od veličine *Ichthyosaurida*; procenjeno je da vešti preparator, kad radi predano i vredno, utroši oko tri meseca za pre-

pariranje životinje duge do tri metra. U slučajevima kad je sačuvana i koža životinje, proces obrade traje mnogo duže. Takve, stručno preparirane primerke moguće je videti u svakom većem muzeju, pre svega u privatnom Haufovom muzeju (Hauff Museum) u Holcmadenu, gde sada Dr. rer. nat. B. Hauff, sin Dr. h. c. B. Hauffa, umrlog 1950. uspešno nastavlja očev rad i delo.

Mada se *Ichthyosauridi* svojim izgledom veoma približavaju ribama ili delfinima, između njih i ovih poslednjih nema nikakve veze. Njihova upadljiva spoljašnja sličnost s ribama samo je simptom vrlo uspelog prilagođavanja životu u vodi.

Eurhinosaurus



Plesiosauridi su također bili karakteristični proždrljivi gmizavci mezozoičkih mora. Bili su to gmizavci neobičnog i neprirodnog izgleda, s kratkim telom, zaravnjenim s donje strane, i kratkim repom, ali vrlo dugačkog vrata i male glave s puno oštarih zuba. I ovi su gmizavci imali glatku, голу kožu; a udovi su im se izmenili u organe slične perajima. Mnoge su ih se životinje plašile jer su bili grabljivi mesožderi. Uvek su čekali u zasedi, spremni da prožderu svako biće koje naidje, i teško živom stvoru koji bi naleteo na njih ili im presekao put. Ribe nisu bile dovoljno brze da pobegnu od njih, školjke mekušaca nisu bile dovoljno čvrste da izdrže stisak njihovih moćnih zuba. U telesnim šupljinama jednog skeleta *Plesiosaurida* iz razdoblja krede nadjeni su ostaci poslednjih obeda koje je životinja proždrala; podrobno ispitivanje tih ostataka pokazalo je da su poslednje žrtve te životinje bile jedna strvina nekog *Pterosaurida*, jedna riba i jedan glavonožac, halapljivo progutan zajedno sa smrskanom ljušturom.

Pored dugovratih, poznajemo

i kratkovrate *Plesiosauride*; ovi su uvek imali dugu, tešku lobanju, ali telo im je bilo istog sklopa kao u njihovih dugovratih rođaka.

Jedan od najbrojnijih i najpoznatijih *Plesiosaurida* bio je *Plesiosaurus*, čuven po mnogim u celini sačuvanim skeletima, dug ponekad i preko 6 metara; njegovi ostaci nalaženi su u slojevima iz gornje jure u Engleskoj i Nemačkoj. Divno preparirani skeleti ovog gmizavca iz jurskih slojeva kod Holcmađena u Nemačkoj također su majstorsko delo doktora Haufa. Pored ovoga, u mezozoičkim morima živeli su i drugi rodovi (kao *Thaumatosauros*, *Eretmosaurus*, *Cryptocleidus* i *Macrocleidus*).

Plesiosauridi su se prvi put pojavili na samom početku mezozoika, u morima trijaskog razdoblja, ali u to vreme ih je bilo malo. Počeli su se širiti u morima donje jure, a u razdoblju krede bilo ih je po čitavom svetu. Na kraju krede nestali su kao i *Ichthyosauridi*, i morska fauna je zauvek bila oslobođena od tih neobičnih, proždrljivih čudovišta.



Najznačajniji dugovrati plezioraurid bio je američki *Elasmosaurus* iz gornje krede. On je dostizao dužinu od preko 14 metara. Naravno, najveći deo te neuobičajene dužine otpadao je na dug vrat, sastavljen od 76 pršljenova, koji broj nije premašio niti premašuje ijedan iščezli niti živi kičmenjak.

U moru koje je u vreme gornje krede pokrivalo današnji Kansas, *Elasmosaurus* je živio zajedno sa ništa manje svirepim *Tylosaurusom*. Oni su se, bez sumnje, žestoko tukli, što je svakako uznemiravalo krupne leteće gmizavce *Pteranodone*.

Zanimljivo je napomenuti da je jedan minijaturni dvojni američkog *Elasmosaurusa* živio u Nemačkoj u moru iz vremena donje krede; bio je to *Brancasaurus*, dug svega 2,5 metra, sa vratom od samo 37 pršljenova.

Već se dugo zna za *Plesiosaure*. Njihovi prvi skeleti nadjeni su i opisani još 1824. godine. No ti nalazi i opisi, koji se u paleontološkoj literaturi pominju kao najstariji, svakako nisu prvi. To nam dokazuju slike „zmajeva“ u spisima starih naučnika. Takav jedan zmaj prikazan je, na pri-

mer, u knjizi *Mundus subterraneus*, objavljenoj 1678, u kojoj učeni Anastasije Kirher (Anastasius Kircher) opisuje čuda podzemnoga sveta. Tu se veli da je čuveni zmajoubica Vinkelrid s takvim zmajem vodio strašnu bitku na život i smrt kod sela Viler u Švajcarskoj. Kad pažljivije osmotrimo prikazano biće, vidimo da ono na kratkom telu ima dug vrat i da mu negde kod ramena iz tela izbijaju dva uska, šiljata krila. Ako bismo zmaju ta krila stavili na mesto nogu (naravno, s dodatkom još jednog para) i ako bismo mu malo skratili rep, dobili bismo sliku i priliku plezioraurida. Otud je gotovo sasvim izvesno da su manje-više potpuni skeleti plezioraurida morali poslužiti kao izvorni uzori za mnoge ovakve slike zmajeva; ti su skeleti u starija vremena verovatno otkrivani slučajno i čuvani po zamkovima i manastirima u zbirkama retkosti, gde su se s njima mogli upoznati i drugi ljudi sem samih nalazača. A pošto su u to vreme ljudi verovali u zmajeve, te kosti plezioraurida mogle su lako biti smatrane zmajskim skeletima.



U pradaвноj mezozoičkoj eri, u doba gmizavaca, živeli su veoma čudni gmizavci, čiji su mnogooblični rodovi i vrste ispunjavali bezgranična vazдушna prostranstva; bili su to leteći gmizavci, takozvani *Pterosauria*.

Svi su oni potpuno iščezli; poslednji njihovi predstavnici izumrli su još pri kraju krede. Svi bez razlike bili su izvanredno prilagodjeni životu u vazduhu, letenju: kosti su im bile šuplje (pneumatične), a prednji udovi preuobličeni u organe za letenje; opna za letenje spajala im je sa telom spoljni (peti), neobično izduženi prst. Lobanja im je bila velika, sprema šiljata, i izdužena. Zubi, ako su ih imali, bili su prosti i valjkasti, a rasli su iz zubnih jamica (alveola). Prednji zubi bili su im po pravilu najmoćniji. Veći i snažniji zubi, ponekad izvijeni na stranu, služili su za hvatanje i čvrsto držanje plena. Vrsta *Ctenochasma* imala je najviše zuba; njene vilice bile su naoružane sa 360 češljasto raspoređenih zuba. Neki leteći gmizavci, opet, bili su sasvim bezubi;

oni su živeli u razdobljima jure i krede, a hranili se uglavnom ribama i insektima.

Rhamphorhynchus je jedan od najpoznatijih pterozaurida; usvoje vreme bio je vrlo rasprostranjen. On je imao duga, uska, šiljata krila i veliku lobanju. Zubi su mu bili dugi, nepravilne veličine i povijeni napred. Rep mu je bio neuobičajeno dug i snažan, uvek ispružen, a na kraju mu se nalazilo uspravno postavljeno opnasto krilce. *Rhamphorhynchus* je živio jedino tokom gornje jure, a nalazi njegovih skeleta iz Bavorske čuveni su širom naučnog sveta. Nema nijednog važnijeg muzeja u svetu u čijoj se zbirci ne nalazi bar jedan skelet nekog *Rhamphorhynchusa* iz slojeva gornje jure u Bavarskoj. Najkrupniji predstavnici ovoga roda pripadaju vrsti *Rhamphorhynchus kokeni*; raspon njihovih krila dostizao je meru od 80 santimetara.

Izvan Nemačke, retki ostaci *Rhamphorhynchusa* nadjeni su kod Tendagurua u Africi, takodje u slojevima iz gornje jure.

Rhamphorhynchus



Z. Burton
41

Tokom gornje jure, u Bavarskoj nije živio samo *Rhamphorhynchus*; tu nalazimo i leteće gmizavce iz roda *Pterodactylus*. Oni su se veoma razlikovali od prethodno pomenutog roda pterozaurida; imali su kratak rep i široka krila, glava im je bila izduženija i spreda sužena, a čeljust snabdevena tek sa nekoliko zuba. Veličina tih bića razlikovala se od vrste do vrste; najmanji među njima bio je veličine

vrapca – najveći pak, kao soko.

Vrlo je verovatno da su gmizavci ovoga roda živeli u velikim jatima na stenovitim obalama i u šumama oko Bavarskog mora iz vremena gornje jure. Ne može se sa izvesnošću reći da li su oni bili dnevni ili noćni lovci, ali izgleda da su lovili danju, dok su noću nalazili bezbedna skrovišta u krošnjama drveća ili pukotinama stenja, gde su noć provodili viseći glavom nadole,

kako to danas čine slepi miševi.

U Bavarskoj su nadjeni brojni i izvrsno očuvani skeleti ovih životinja. Jedna njihova vrsta otkrivena je i u Francuskoj, a neki nepotvrđeni nalazi potiču iz Engleske i Tendagurua u Africi.

Svi leteći gmizavci iz roda *Pterodactylus* (i srodnih rodova *Ctenochasma* i *Gnathosaurus*) živeli su isključivo tokom gornje jure. U razdoblju krede njih su zamenili drugi srodni rodovi (kao

Ornithocherius, nadjen u Engleskoj, ili *Ornithostoma*, otkriven u Engleskoj i Rusiji).

Treba istaći da ovi leteći gmizavci (*Pterosauriani*) nisu precizno ptica, kako se često čak i danas tvrdi. Oni predstavljaju posebnu i osobitu evolucijsku granu gmizavaca, koja odumire krajem krede i koja sa pticama nema ničega zajedničkog; ptice potiču od sasvim drugih gmizavaca.

Pterodactylus



Jedini pravi „zmaj“ koji je ikad leteo nad Zemljom bio je ogromni *Pteranodon*, kod koga raspon krila premaša 7 metara. On se u slojevima iz gornje krede u Kanzasu nalazi tako obilno da se još 1910 — kad je G. F. Iton (G. F. Eaton) objavio svoju istaknutu monografiju o njemu znalo za 465 nadjenih primera-ka.

Lobanja *Pteranodona* bila je velika i pozadi produžena dugim koštanim izraštajem. Duga i šiljata čeljust bila mu je bezuba i izvrsno prilagodjena hvatanju riba i mekušaca. Profesor O. Abel (O. Abel) uporedio je život *Pte-*

ranodona sa životom današnjih albatrosa koji lete iznad otvorenog mora južne hemisfere. *Pteranodona* moramo smatrati pasivnim letačem, koji se kroz vazduh uglavnom kretao jedreći, kao albatros, koji je kadar da se vrlo brzo kreće uopšte ne pokrećući krila.

Najupadljivija odlika skeleta *Pteranodona* jeste relativna malenost trupa, pa u vezi s tim i neznatna veličina krsne kosti, grudnog koša i karlice. Iz malenosti ove poslednje s pravom je zaključeno da je ženka morala nositi vrlo mala jaja, jer je teško pretpostaviti da su se *Pteranodoni* ra-

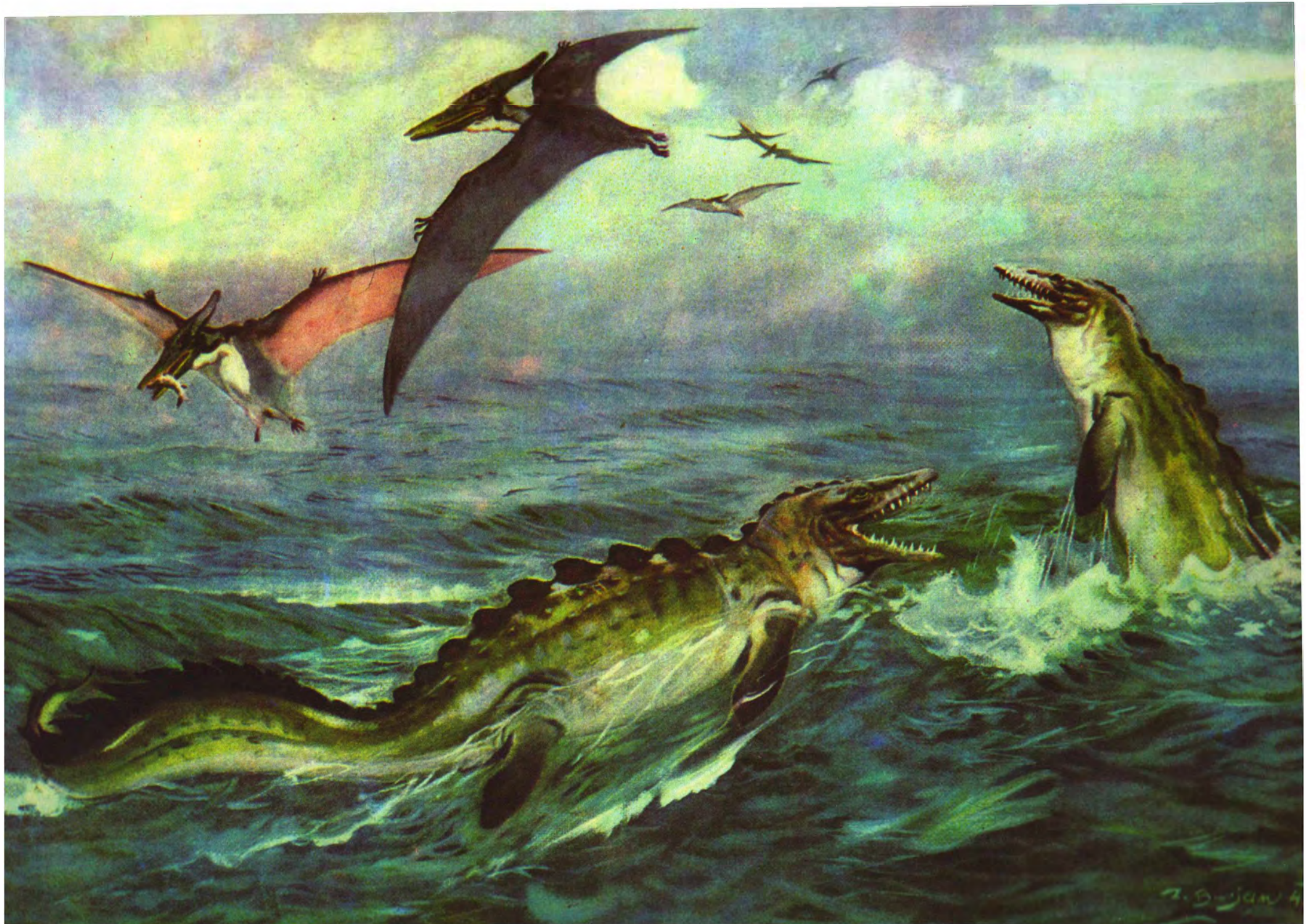
djali živi. U vreme kad je trebalo da polože jaja, ženke su napuštale otvoreno more, nad kojim su obično boravile, i tražile su kopno, kao što to čine albatrosi. Profesor O. Abel pretpostavlja da su *Pteranodoni*, poput nekih morskih ptica, za polaganje jaja odabirali određena ostrva. Kakav su veličanstven prizor pružala ta „pteranodonska ostrva“, toliko različna od današnjih „ptičjih ostrva“?! Profesor Abel pretpostavlja da su se *Pteranodoni* brinuli o svojim nejakim, bespomoćnim mladuncima, bar jedno kraće vreme. Ako je ta pretpostavka tačna, bila bi to pojava koja se

medju gmizavcima nigde i nikada ne ponavlja.

Pteranodoni su bili suvremenici gmizavaca-mesoždera iz roda *Tylosaurus*. Verovatno je da su ove morske zveri često uznemiravale *Pteranodone* u lovu na ribu, a ponekad ih pri tom čak i proždimali.

Kanzasko more iz razdoblja gornje krede već davno ne postoji; fantastični zmajevi iz stvarnosti davno su izumrli, zadržavši se samo u bajkama. Prošlo je bar šezdeset miliona godina od onog vremena kad je poslednji *Pteranodon* jedrio kroz tropski vazduh odumirućeg razdoblja krede.

Pteranodon
i Tylosaurus



Brontosaurus je jedan od džinovskih dinozaura, koji su najpoznatiji od svih gmizavaca i o kojima se najviše govori. Ta pokretna planina od mesa i kostiju lutala je obalama severno-američkih močvara u vreme jure: te močvare bile su *Brontosaurusu* dom i on ih je napuštao jedino kad je hteo da se na peskovitoj obali sunča ili da položi jaja. Ova životinja dostizala je dužinu od oko 20 metara. Imala je malu glavu, dug vrat i velik, snažan rep. Njena moždana duplja sadržavala je relativno najmanji

mozak medju svim kičmenjacima. Pored tog mozga, međjutim, kod *Brontosaurusa* se, u oblasti krsnog pršljena, razvio drugi živčani centar, nekoliko puta veći od samoga mozga. Kičmeni stub je bio sastavljen od ogromnih pršljenova; sem repnih, svi su oni bili šuplji. Tako ovde, u vezi s ogromnim razmerama, nalazimo izvesnu uštedu u koštanoj gradji, te istovremeno smanjivanje ukupne težine tela. Zubi *Brontosaurusa* bili su brojni i klinasti; životinja je bila biljojed i hranila se obično vodenim rasti-

njem. Telesna težina bila je vrlo velika — bar oko 22 tone. *Brontosaurus* je verovatno rastao vrlo sporo; neki paleontolozi drže da su ove životinje živele i po 200 godina.

Kao i drugi dinozauri-biljojedi, *Brontosaurus* je bio sasvim nemoćan pred divljim gmizavcima-mesožderima. Njegovo telo nije bilo pokriveno nikakvim oklopom, niti zaštićeno ikakvim šiljatim koštanim izraštajima. Sam njegov način života najbolje ga je štitio od neprijatelja; *Brontosaurus* je gotovo uvek bio u vodi,

a pod vodom je čak mogao i jesti, jer mu je bilo dovoljno da s vremena na vreme uzme nešto vazduha.

Brontosaurus je živeo u Severnoj Americi tokom gornje jure. Pokazalo se mogućnim da se od nadjenih kostiju sastavi jedan čitav skelet, koji sada kao dragoceni eksponat ukrašava zbirku Američkog muzeja prirodne istorije (American Museum of Natural History) u Njujorku. Od vremena kad je ovaj džinovski gmizavac naseljavao Zemlju prošlo je bar 150 miliona godina.

Brontosaurus



U močvarnim oblastima na području današnjeg Vajominga i Kolorada živio je tokom gornje jure jedan ništa manje poznat dinosaurus, *Diplodocus*. Izgledom, on je prilično podsećao na *Brontosaurusa*, ali se od ovoga razlikovao vitkim vratom u obliku slova „S“ i dugim repom, koji se postepeno sužavao u tanak kraj nalik na bič. *Diplodocus* se od *Brontosaurusa* razlikovao i dužinom, koja je dostizala trideset metara.

Diplodocus se pretežno hranio vodenim biljem, ali njegov plen su bivale i sve sitnije životinje koje su živele na bilju i od njega — kao larve insekata, mali ljuskari, mekušci itd.

Diplodocus je bilo moguće podrobno ispitati zahvaljujući prvenstveno darežljivosti Andrewa Karnegija (Andrew Carnegie). On je preduzeo jedno obimno ispitivanje o vlastitom trošku u državi Vajoming, kojom

prilikom je sabrano šest celih skeleta ove životinje; od nadjenih kostiju sastavljen je jedan potpun skelet koji se sada nalazi izložen u Pitsburškom muzeju. Karnegi je zatim načinio gipsane odливke toga skeleta koje je darovao mnogim evropskim muzejima — na primer, onima u Beču, Berlinu, Parizu i Londonu.

Paleontolog Hačer (Hatcher), koji je brižljivo proučio tu vrstu *Diplodocusa*, nazvao ga je *Diplodo-*

cus carnegii. Sem ove, poznata je i vrsta *Diplodocus longus*, iz iste oblasti.

Diplodocus je živio na isti način kao *Brontosaurus* — što ga je najbolje štitilo od divljih gmizavaca-mesoždera, koji su mu bili suvremenici i stalno mu ugrožavali život.

Bar je 150 miliona godina prošlo od vremena kad je *Diplodocus* naseljavao Zemlju.

Diplodocus



Brachiosaurus je još jedan od ogromnih dinozaura-biljojeda. Živeo je u doba gornje jure i donje krede. Izgledao je nešto drukčije od *Brontosaurus*a i *Diplodocus*a. Njegovo džinovsko telo stajalo je na četiri velika uda, slična stubovima, od kojih su prednji bili duži; otud je izgledao kao da mu je zadnji deo tela pritisnut naniže. Na dugom vratu nalazila se malena glava, a telo se završavalo kratkim, snažnim repom. Vrsta *Brachiosaurus altithorax* živela je u vreme gornje jure po močvarama sadašnje američke

države Kolorado; njegova mišićna kost merila je sedam stopa (preko 2 metra). *Brachiosaurus fraasi* je živeo u afričkim močvarama iz gornje jure i donje krede (u oblasti Tendagurua), a njegova mišićna kost merila je do 2 metra. U istoj oblasti živela je i vrsta *Brachiosaurus brancai*, a njena mišićna kost, najduža za koju se zna, merila je punih 230 santimetara.

Poznat je i jedan potpuni skelet jedinke iz poslednje vrste. On potiče iz tendagurskih naslaga u Africi, a iskopali su ga nemački paleontolozi V. Janensch (W. Ja-

nensch) i E. Hening (E. Henning) 1909. i 1910. godine. Posle prepariranja i dopunjavanja, skelet je sklopljen i izložen u Geološko-paleontološkom muzeju Berlinskog univerziteta. Brojke koje označavaju razmere toga skeleta zaista su upečatljive: dužina od usta do kraja repa iznosi 25 metara, dužina vrata 5,5 metara, ukupna visina 13 metara, visina do prvog grudnog pršljena 6,3 metara, a širina trupa 3 metra. Možda treba dodati da to nije skelet jednog od najvećih primeraka, i da su pokatkad nala-

ženi i ostaci kostiju koji dužinom i debljinom daleko premašuju odgovarajuće kosti ovde premećenog skeleta.

Brachiosaurusi su bili kadri da žive u vodi mnogo dubljoj od one u kojoj su živeli *Brontosaurusi* i *Diplodocusi*, što se jasno vidi iz oblika njihova tela. Njihovu visinu slikovito nam prikazuje ovo poredjenje: izduženoga vrata, oni su lako mogli proviriti kroz prozor na trećem spratu svake kuće.

Sigurno je prošlo punih 100 miliona godina od vremena kad je uginuo poslednji *Brachiosaurus*.

Brachiosaurus



Medju evropskim nalazima dinosaura najpoznatiji je onaj do kojeg se došlo 1877. godine kod mesta Bernisar u Belgiji. Tu su nadjena dvadeset i tri manje-više potpuna skeleta gmizavaca iz roda *Iguanodon*.

Prvi *Iguanodoni* nadjenisu 1820. godine u Engleskoj, ali nam je tek otkriće kod Bernisara pokazalo kako su ti gmizavci zapravo izgledali. Bile su to goleme životinje, visoke 6 a duge preko 12 metara. Kretale su se u skokovima ili trku kratkog koraka, služeći se samo svojim moćnim zadnjim udovima, pošto su im prednje noge bile zakržljale. Izdužena lobanja bila im je visoka, a njen prednji deo kao da je bio snažno stisnut sa strane. U vilicama se nalazio veliki broj zaravnjenih i zatupljenih zuba, s valjkastim korenima. Zubi su se trošili mlevenjem biljne hrane, pa su neprestano rasli. Prednje noge *Iguanodona* bile su mnogo tanje i slabije od zadnjih; imale su po pet prstiju, a palci su bili preuobljeni u krupne oštre bodlje, koje su služile za odbranu. Telo se završavalo dugim i snažnim repom. *Iguanodoni* su bili biljojedi, a prema L. Dolu (L. Dolle) živeli su pretežno od grančica araukarije, koje su, navodno, privlačile sebi pomoću dugog jezika

(kao žirafe danas), da bi ih zatim presekli oštrim ivicama usta i samleli snažnim zubima.

Na osnovu nalaza kod Bernisara opisane su dve vrste — *Iguanodon bernissartensis* i *Iguanodon mantelli*. Po mišljenju madjarskog paleontologa F. fon Nopče (F. von Nopcsa), međutim, postojala je samo jedna vrsta, a različne osobine na osnovu kojih su rečene dve vrste razdvojene bile bi, navodno, samo razlike medju polovima. Otud bi, prema ovom mišljenju (koje, napomenimo, nije opšteprihvaćeno), manji *Iguanodon mantelli* bio mužjak, a veći *Iguanodon bernissartensis* ženka.

Sem te dve belgijske vrste, poznata je još jedna, *Iguanodon atherfieldensis*, čiji je skelet nadjen na ostrvu Vajt, u sloju iz najstarije krede, tzv. vilda (Wealden).

Pored pomenutih skeleta nadjeni su i brojni otisci nogu *Iguanodona*, tragovi koje je on ostavio u mekoj zemlji. Oni se naročito često javljaju u vildskim naslagama po Nemačkoj i Engleskoj; često su tako jasni da tačno možemo reći jesu li načinjeni u sporom hodu, trku ili pri odmoru.

Ti *Iguanodoni* su živeli u Evropi pre, otprilike, 100 miliona godina.

Iguanodon



Bilo je i čudnih dinosaurova čija su tela pokrivali snažni oklopi i o kojima se zato govori kao o oklopljenim dinosaurima. Neki od njih se s punim pravom mogu smatrati živim tenkovima.

Njihov najpoznatiji i najtipičniji predstavnik bio je *Stegosaurus*, čije su neke vrste živele tokom gornje jure, naročito u Severnoj Americi. Bili su to krupni gmizavci, čija je dužina iznosila od 4 do 10 metara. Ogromno telo nosila su četiri snažna uda, a prednje noge bile su kraće od zadnjih. U luk izvijena leđa bila su ukrašena dvostrukim redom

velikih i debelih koštanih štitova, postavljenih uspravno, sa vrhom upravljenim nagore. Najmanji od tih štitova bio je odmah iza glave, a najveći iznad karlice. Kratki i snažni rep bio je naoružan sa dva para dugih koštanih bodlji. Čitavo telo *Stegosaurusa* bilo je pokriveno oklopom od malih rožastih ploča. Mozak mu je bio tako mali da verovatno nije bio kadar vladati tako ogromnim telom; stoga je zadnjim udovima i repom upravljao možda neki drugi živčani centar, pošto je u oblasti krsnog pršljena kičmena moždina bila proširena

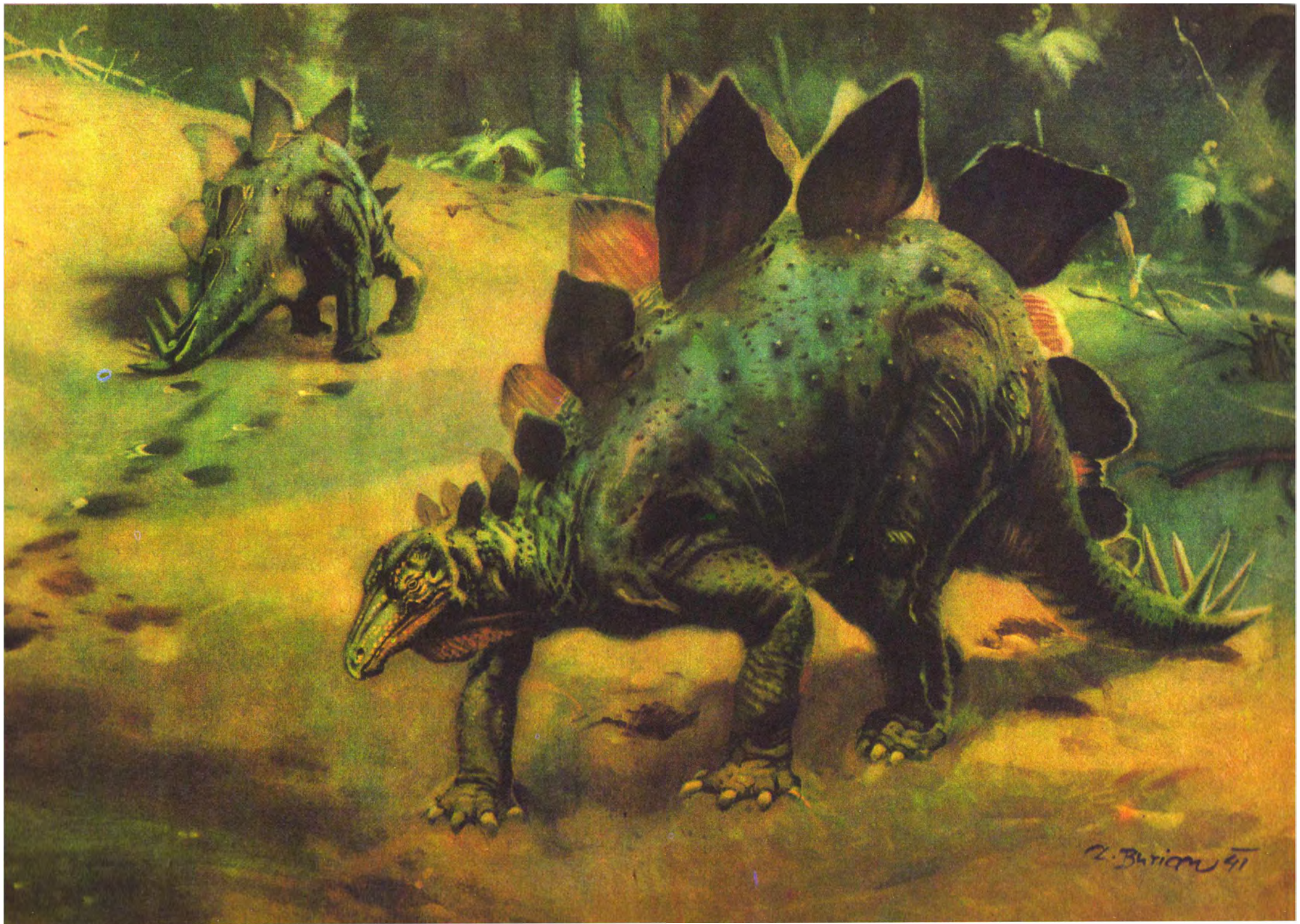
tako da je živčano tkivo tu imalo zapreminu deset puta veću od zapremine samoga mozga.

Medjutim, *Stegosaurusi* nisu bili jedini oklopljeni dinosauri, jer je bilo mnogo rodova i vrsta oklopljenih na ovaj ili onaj način. Tako je, na primer, *Scelidosaurus*, nađen u slojevima iz gornje jure u Engleskoj, dug oko 4 metra, nosio oklop sastavljen od uzdužnih nizova koštanih kvrga, trouglastih i prizmastih ploča; *Kentrurosaurus* iz gornje jure u Africi štitio je svoja leđa dvostrukim redom malih koštanih ploča s ostrim bodljama; *Palaeoscincus* iz

gornje krede, opet, imao je telo pokriveno koštanim pločama a bokove zaštićene po jednim nizom jakih, oštih bodlji.

Stegosaurusi i drugi oklopljeni dinosauri bili su, uprkos svom strašnom izgledu, potpuno bezopasni biljojedi. Teški oklop nije im dozvoljavao da se brzo kreću, niti im je to bilo potrebno, pošto su ih snažni oklop i velike oštre bodlje dovoljno štitili od napada ondašnjih grabljivih gmizavaca-mesoždera.

Stegosaurus



Godine 1887. nadjen je u Koloradu jedan par vrhova rogova, koji je upućen čuvenom američkom paleontologu prof. Maršu (O. C. Marsh), da bi ga identifikovao. On je zaključio da rogovi pripadaju nekom sisaru, koji je nazvan *Bison alticornis*. No dve godine kasnije (1889) pokazalo se da je ta hipoteza netačna, jer je nadjena cela jedna lobanja s rogovima koji su se odlikovali istovetnim vrhovima. Ta je lobanja nesumnjivo pripadala gmizavcu. Ovakav nalaz izazvao je veliko iznenadjenje, jer dotad nisu bili poznati nikakvi ostaci

rogatih gmizavaca. Životinja kojoj je pomenuta lobanja pripadala nazvana je *Triceratops horridus*; ona označava početak čitavog niza otkrića drugih sličnih dinosaura, koji se odlikuju time što su im lobanje bile snabdevene različnim brojem rogova raznih veličina i oblika. Zato se o svima njima uopšteno govori kao o rogatim dinosaurima. Druga njihova zajednička osobina bila je „ogrlica“, naročit koštani štit sa zadnje strane lobanje, stvoren izduženjem zidnih kostiju lobanje.

Triceratops je tipični predstav-

nik rogatih dinosaura. Ime je dobio prema svoja tri snažna roga, od kojih se jedan izvijao iz nosa, dok su se druga dva dizala iznad očiju. Životinja je bila duga oko 6 a visoka oko 2,5 metra. Lobanja joj je bila duga preko 2 metra; naravno, mora se dodati da ta izuzetna dužina lobanje dolazi od pomenute velike ogrlice. Mnoge vrste *Triceratopsa* živele su u vreme najviše krede u američkim državama Vajomingu, Montani i Koloradu — u oblasti gde su postojale ogromne močvare, ali i više, suve zaravni, pokrivene šumarcima

sekvoja, ginko-četinara, topola, hrastova, vrbe, javora i drugog drveća, s obiljem niskog rastinja od raznog šiblja i trave.

Zanimljivo je pomenuti da jedna nadjena lobanja *Triceratopsa* nosi trag povrede. Jedan rog je bio odlomljen još dok je životinja bila mlada. Rana, zadobijena u nekom udesu ili pri odbrani od kakvog napadača, dobro se zacelila, i životinja je živela dugo posle toga, jer normalan razvoj drugoga roga svedoči o dubokoj starosti.

Triceratops je živio od pre 90 do pre 40 miliona godina.

Triceratops



Godine 1914, jedna ekspedicija Američkog muzeja prirodne historije, koju je predvodio ugledni Barnam Braun (Barnum Brown), došla je do značajnog nalaza kod mesta Stivil, u dolini Jelenove Reke, u pokrajini Alberta, Kanada. Ekspedicija je, naime, otkrila potpun skelet jednog rogatog dinosaura, koji je opisan kao *Monoclonius*. Taj naziv životinja je dobila po lobanji, koja je na njuški imala jedan jedini rog. *Monoclonius* je bio* dug preko 5,5 metara, a lobanja mu je merila preko 2 metra, računajući od vrha njuške do zadnje ivice „ogrlice“.

Ovaj nalaz je bio vrlo značajan, jer nam je omogućio da tačno utvrdimo fizički izgled jedne od takvih životinja. Danas znamo da su tela tih životinja bila relativno kratka, oslonjena na četiri kratke, ali snažne i mišićave noge. Kratki vrat bio je pokriven širokom „ogrlicom“. Rep je također bio relativno kratak i verovatno se vukao po zemlji. Oči su im bile duboko uvučene u očne duplje, a kod nekih rodova bile su zaštićene nizovima rožica. Zubi su rasli u redovima, a bili su biljojednoga tipa. Iz razvoja zuba i načina na koji

su se oni trošili može se zaključiti da su vilice radile kao neke makaze; iz toga sledi da su zubi presekli negoli mrvili biljnu hranu. Koža svih vrsta *Monocloniusa* bila je debela i podeljena na velik broj nepravilnih mnogougaoih delova.

Pored toga što je nadjen jedan potpun skelet predstavnika roda *Monoclonius*, moguće je bilo, na osnovu raznih nadjenih ostataka, rekonstruisati skelete *Triceratopsa* i *Brachyceratopsa*, koji sada stoje jedan kraj drugog u Muzeju prirodnih nauka (Natural Science Museum) u Vašingtonu. Pore-

djenje ova dva skeleta veoma je korisno. *Brachyceratops* je jedan od geološki najstarijih rodova rogatih dinosaura, a takođe jedan od najmanjih (on je samo 2 metra dug i 75 santimetara visok), dok je geološki najmladji *Triceratops* bio najveći (dug 6 a visok 2,5 metra); to je jedan od najboljih dokaza za značajan paleontološki zakon o povećanju razmera u toku filogenetske evolucije.

Monoclonius je živio na Zemlji pre nekih 30 do 60 miliona godina.

Monoclonius



Već znamo da su svi rogati dinozauri bili sličnoga oblika i izgleda, ali da su se međusobno znatno razlikovali po broju, veličini i položaju rogova. Ti rogovi su ili rasli iz njuške — kao u današnjih nosoroga, na primer — ili su se dizali iz čela životinje, ili, redje, iz lukova iznad očiju. Znamo, međjutim, i za jednog rogatog gmizavca čija je „ogrlica“ imala oblik lepeze od dugih oštarih rogova; ta se životinja naziva *Styracosaurus*, a njen je skelet nadjen 1913, u slojevima iz najviše krede u pokrajini Alberta u Kanadi. Srećni nalazač te ču-

dovišne zveri bio je L. M. Lamb (L. M. Lambe).

Glava *Styracosaurusa* bila je naoružana jednim nosnim rogom, dugim 55 santimetara, a zadnja ivica „ogrlice“ bila je snabdevena sa šest dugih i jakih bodlji, nalik na rogove, i raspoređenih polumesečasto; s ogrlicom, glava je bila duga oko 250 a široka 170 santimetara.

Znamo za dve vrste ove životinje — *Styracosaurus albertensis* i *Styracosaurus parksi*; ostaci obeju vrsta nadjeni su u istoj oblasti, u slojevima iz istog geološkog doba (sa samog kraja krede).

Snažni, šiljati rogovi pružali su *Styracosaurusu* dobru zaštitu od napada gmizavaca-mesoždera. Ovi su, izgleda, više voleli da na miru ostave odrasle *Styracosauruse* (kao i druge rogate dinozaure; na primer, *Triceratopsa* i *Monocloniusa*), mada ih je glad gonila, možda, da ih ponekad napadaju. Bar su odrasli grabljivci znali da napad na krupnog odraslog *Styracosaurusa* uvek predstavlja igru sa smrću, jer samo jedan nespreatan pokret bio je dovoljan da se šiljati rog, dug 55 santimetara, nadje u njihovoj utrobi i malom kretnjom ih skroz raspori.

Ali nisu svi rogati dinozauri imali tako strašne rogove. Kod nekih tipova rogovi su čak izgubili odbrambeni smisao, te su zakržljali na razne čudne načine; takav slučaj nalazimo, na primer, kod roda *Centrosaurus*, koji takođe potiče iz najviših slojeva krede u Kanadi.

Lobanja ove relativno male životinje (duge jedva nešto preko jednog i po metra) imala je dva kratka roga iznad očiju, jedan kratak rog, unapred povijen, iznad nozdrva i, konačno, dva kratka kriva roga koji su rasli iz velike „ogrlice“.

Styracosaurus



U Mongoliji i Kini radila je, između 1922. i 1930. godine paleontološka ekspedicija Američkog muzeja prirodne historije iz Njujorka, koju je vodio čuveni američki paleontolog prof. Andrius (R. C. Andrews). Ta ekspedicija je svetskoj javnosti najbolje poznata po otkriću dinozaurskih jaja i zametaka, koji su nadjeni u naslagama iz vremena krede u blizini današnjeg mesta Šabarak Usu u Mongoliji. Ovo otkriće je izazvalo veliko uzbuđenje u naučnom svetu; dotad, naime, nije nadjeno nijedno dinozaursko jaje, a tada su se odjednom pro-

neli glasovi o nalazu čitavog gnezda tih jaja, koje je otkriveno u sloju peščara debelom preko 60 metara. Ustanovljeno je čak i koji je dinozaur sneo ta jaja: bio je to *Protoceratops andrewsi*, predak severnoameričkih rogaatih dinozaura, koje smo upravo opisali.

Blizu pomenutog gnezda sa jajima nadjeno je i preko sedamdeset lobanja i skeleta *Protoceratopsa*. Nadjeni su primerci na svim stupnjevima razvoja — od tek izleženih mladunaca do sasvim starih životinja. U nekim jajima nadjeni su čak i zameci,

čiji su već delimice okoštali skeleti sasvim odgovarali najranijim stupnjevima razvoja ovog dinozaura. Ti se zameci odlikuju izuzetno krupnim očima; oni su već imali izrazito uobličene glave, izdužene u kukaste kljunove, i kružnu „ogrlicu“ oko zadnjeg dela lobanje; ukratko, oni su već ispoljavali sve osobine odraslih životinja, mada su, u poredjenju s ovima, bili minijturni.

Protoceratops je živio u Mongoliji tokom gornje krede, blizu obala jednog velikog jezera. Bio je bezopasan biljojed i razmnožavao se pomoću jaja, polaganih

u pesak; prema Andriusu, izgleda da je *Protoceratops* obraćao pažnju na kakvoću peska, izbegavajući kako previše grub tako i previše sitan.

Istovremeno sa *Protoceratopsom* živio je i nevelik dvonožni gmizavac koji mu je pljačkao gnezda sa jajima, pa je zato dobio naziv *Oviraptor*. Jedan skelet ove životinje nadjen je upravo nad jednim gnezdом *Protoceratops*ovih jaja. Ne znamo kakav je udes našao ovog malog lopova na delu; najverovatnije je da ga je zahvatila peščana oluja baš kad je krio jaja.

Protoceratops



Kad bismo odjednom mogli pogledati niz svih mogućnih dinosaura, odmah bismo uočili da se neki tipovi, koji oblikom tela veoma liče, oštro razlikuju po obliku glave; a ako bismo te dinosaure izdvojili iz dugog reda gmizavaca i stavili ih u posebnu grupu, svaki stručnjak bi nam rekao da smo valjano izdvojili *Trachodontidae*.

Ova grupa obuhvata velik broj zanimljivih tipova, koji se međusobno razlikuju jedino veoma raznovrsnim oblicima lobanje. Telo im je dugo do 12 metara, prednji udovi su im znatno

kraći od zadnjih, između prstiju imaju opnu, a rep im je dug i snažan. Koža na telu pokrivena im je mnogouganim, gukastim i kupastim ljuspama. Tokom gornje krede mnoštvo njihovih rodova i vrsta živelo je širom sveta; znamo za njihove ostatke iz Severne Amerike, Holandije, Transilvanije, Engleske, Škotske i Kine. Oni su živeli u oblastima bogatim močvarama i jezerima, na šta ih je primoravao njihov vodozemski način života; svagda su izbegavali pustinjske i polupustinjske oblasti.

Trachodon je tipični gmizavac

iz ove grupe, sa kljunom sličnim patkinom. *Corythosaurus* se, opet, ponosio zaštitnom krestom od izduženih lobanjskih kostiju (vidi sliku). *Stephanosaurus* se od svoje braće razlikovao zaštitnom krestom i nosnim kostima izduženim u obliku cevi. *Saurolophus* je imao slično izdužene nosne kosti, koje su mu se pružale daleko iznad glave. Najčudniji, međutim, bio je *Parasaurolophus*. Na njegovoj lobanji postojao je duguljasti izraštaj, koji se, kako pokazuje poprečni presek, sastojao od četiri cevi, postavljenih jedna uz drugu i uobičajenih od izduže-

nih nosnih i međjuviličnih kostiju. Očigledno je da te cevi predstavljaju izuzetno produžene nosne kanale, a kad uzmemo u obzir da su ti kanali kod živih životinja bili obloženi sluzokožom, ispravno možemo proceniti koliki je njihov biološki značaj i koliko su oni uvećavali osetljivost na miris, neophodnu možda u vreme parenja. Stoga mnogi veruju da su svi *Trachodontidi* sa cevastim ili krestastim „ukrasima“ bili mužjaci, dok su oni bez ukrasa ženke. Proučavanje karlice u različnih rodova potvrđuje, izgleda, ovu pretpostavku.

Corythosaurus



Gmizavac *Trachodon*, tipični predstavnik trahodontida, bio je vrlo čudna životinja. Lobanja mu je spljoštena i duguljasta, a odlikuje se zapanjujućom sličnošću sa kljunom patke. Vilice su mu bile pokrivene redovima sitnih zuba, kojih je bilo više od dve hiljade. Prednji udovi bili su mu kraći od zadnjih. Svi trahodontidi, uzgred rečeno, mogli su ići i na dve i na četiri noge. Opna između prstiju pokazuje da oni nisu živeli samo na suvom već i u vodi. Nekoliko njihovih vrsta

naseljavalo je Severnu Ameriku u vreme gornje krede, a njihova prosečna dužina iznosila je oko 12 metara.

Savremenici trahodontida i drugih dinosaura-biljojeda bili su grabljivi gmizavci-mesožderi. Najstrašnija među tim zverima bio je je *Tyrannosaurus rex*, visok 6 metara a do 15 metara dug. Glava mu je odozgo i sa strana bila donekle zaravnjena, a duga oko 1 metar; usta su mu bila puna krupnih, oštih zuba. Moćno telo oslanjalo se na snažne zadnje

noge. Prednje noge bile su mu sasvim male i zakržljale. Telo se završavalo dugim i snažnim repom. Barnam Braun je u severnoj Montani našao dva divno očuvana skeleta *Tyrannosaurusa*, koji danas privlače svačiju pažnju u Muzeju prirodne istorije u Vašingtonu. Postavljeni su kao da se bore na život i smrt.

Poznajemo, međjutim, ne samo skelete *Tyrannosaurusa* već, vrlo verovatno, i tragove njihovih nogu; jedan takav otisak, otkriven u jednom rudniku uglja,

širok je preko 75 a dug 70 santimetara; jedan korak ovog čudovišta merio je punih 5 metara.

Pojava *Tyrannosaurusa* sigurno je izazivala užas među drugim dinosaurima. Neki od njih pokušavali bi tada da se spasu bekstvom u močvaru (na primer, trahodontidi), dok su drugi u panici bežali kud bilo (kao, na primer, gmizavci iz roda *Struthiomimus*, koji podsećaju na golišave nojeve). Ogromnoj snazi džinovskih *Tyrannosaurusa* nije mogao odoliti nijedan tadašnji živi stvor.

Trachodon
i *Tyrannosaurus*



Džinovski *Gorgosaurus libratus* živio je tokom gornje krede u današnjoj Kanadi; bio je jedan od gmizavaca-grabljivaca, dug preko 3,5 metra. Izgledom je bio sličan *Tyrannosaurusu*, a bio je isto tako surov; no njegove zakržljale prednje noge imale su samo po dva prsta. Ovaj kolos, čiji je vanredno očuvan skelet nadjen u dolini Jelenove Reke u pokrajini Alberta u Kanadi, nije bio sposoban za brze i iznenadne napade, jer je bio dosta nezgrapn. Stoga je, poput *Tyrannosaurusa*, verovatno lutao, tragajući za strvinama dinozaura-biljojeda i mesoždera, kojima se pretežno hranio. Živi plen mogao je dočepati i proždrti samo ako se neka nesrećna životinja slučajno i iznenada našla baš na njegovu putu, i to, naravno, ako žrtva nije uspela da na vreme pobegne ili se dočepa močvare.

Do takvih slučajnih susreta sigurno je počesto dolazilo. Oni su

bili naročito opasni za razne manje oklopljene gmizavce, koji su bili isto tako teški kao *Gorgosaurus*. Pri takvim susretima *Gorgosaurus* je jamačno odmah prelazio u napad, i u većini slučajeva postizao uspeh. Takva žrtva mogao mu je, na primer, biti pripadnik roda *Scolosaurus*, koji je živio u istoj oblasti i u isto vreme s *Gorgosaurusom*. *Scolosaurus* je bio oko 6 metara dug, a oklop mu je bio sastavljen od koštanih ploča i oštarih bodlji, među kojima su naročito velike i snažne bile one što su mu štitile vrat i repni deo tela. Možda je dovoljno bilo da *Gorgosaurus* svojim snažnim udovima snabdevenim kandžama uspe da *Scolosaurusa* prevrne na ledja, jer je tada svoje moćnim zubima naoružane vilice bez pomuke mogao da zarije u meki trbuh žrtve, raspori je i nanese *Scolosaurusu* povrede koje onemogućuju svaki i najmanji pokušaj odbrane.

Gorgosaurus
i *Scolosaurus*



Ostaci kostiju jednog neobičnog i čudovišnog dinosaura, koji se odlikuje visokim grebenom na nosnim kostima, otkriveni su u slojevima iz gornje jure u Koloradu. Te kosti pripadale su životinji *Ceratosaurus nasicornis*, koja je dostizala dužinu od 6 do 7,5 metara. Njeni prednji udovi bili su kratki, sa po četiri prsta, od kojih su prvi i četvrti bili zakržljali. *Ceratosaurus* se, kao svi grabljivi gmizavci, kretao samo na zadnjim nogama, koje su imale po tri prsta. Na leđjima, oko kičme-

nog stuba, ta je zver imala uske koštane ploče.

Ovaj grabljivi gmizavac bio je težak isto kao *Tyrannosaurus* ili *Gorgosaurus*. Otud možemo postaviti da je i on mogao da svoj plen savlada samo iznenadnim napadom ili hvatanjem.

Nema sumnje da je na svojim pohodima *Ceratosaurus* često susretao oklopljene *Stegosauruse*. Verovatno je, međjutim, da se on nije usudjivao da napada odrasle životinje iz toga roda, jer bi se to pretvorilo u žestoku i neizvesnu

bitku na život i smrt. Njegovi oštri zubi nikako nisu mogli probiti tvrdi oklop *Stegosaurusa*: pre su se tupili o nj negoli ga lomili. Bilo je opasno čak i približiti se tim živim tvrdjavama. Jedan udarac njihova moćnog repa bio je dovoljan da okonča sukob, jer ako napadač ne bi na vreme odskočio, oštre bodlje s repa, duge preko pola metra, lako su probijale meku kožu trbuha i nanosile teške rane, koje su često bile i kobne. Stoga je *Ceratosaurus* više voleo da izbegava odrasle

Stegosauruse. No, izvesno je da je napadao njihove mladunce, kao i mladunce *Brontosaurusa* i drugih dinosaura-biljojeda.

I danas nalazimo tragove zuba na kostima žrtava grabljivih dinosaura. Dugi, plitki zarezi na mnogim nadjenim kostima tragovi su čudovišnih zuba koji su halapljivo zagrizali u meso ubijene žrtve, kidali ga i čupali s ogromnom surovom snagom, ne obazirući se na otpor čvrstih kostiju.

Ceratosaurus
i *Stegosaurus*



Nisu svi gmizavci-mesožderi bili tako ogromni poput onih koje smo opisali; mnogi su, sasvim suprotno, bili maleni. Među ove spada, na primer, *Compsognathus longipes*, čiji su skeleti, ne veći od mačjih, nadjeni u škri-lju iz gornje jure kod Jahen-hauzena u Bavarskoj. *Compsogna-thus* je tu živio na obali neke la-gune, gde je tragao za hranom koju je voda izbacivala na suvo, i gde je ne jednom iznenadio zu-bate ptice (*Archaeopteryx*), tako-dje naseljene na istom mestu i u isto vreme. Te ptice pružaju jedan od najboljih dokaza za va-ljanost teorije evolucije, jer nji-hovi skeleti nose nesumnjive tra-gove gmizavačkog porekla (na primer, tri prsta sa kanždama na krilima, rep sastavljen od 23 prš-ljena, vilice sa zubima, koštičave prstenove u očnim dupljama, sa-stavljene od koštanih pločica).

Ptica *Archaeopteryx*, jedva nešto veća od goluba, bila je rdjav le-tać; uglavnom se kretala ne-spretnim preletanjem s drveta na drvo; sa drveća se spuštala i na zemlju, dok se uza stabla, do sa-moga vrha krošnji, penjala po-moću kandžama snabdevenih nogu. *Archaeopteryx* nije bila pti-ca grabljivica. Na osnovu njenih slabih vilica, posutih slabim i sit-nim zubima, neki paleontolozi zaključuju da se ona hranila vo-ćem i bobicama, ne prezirući, naravno, sitne insekte i crve.

Od zubatih ptica iz rane jure dosad su nadjeni ovi ostaci: jed-no pero u Ajhštetu (1860), ne-potpun skelet u Zolenhofenu (1861), izvanredno očuvan skelet u Ajhštetu (1877) i slabo očuvani skelet u Zolenhofenu (1956). U početku su svi ovi nalazi pri-pisivani jedino rodu ptica *Ar-chaeopteryx*, ili njihovim dvema

vrstama (pero i zolenhofenski skelet iz godine 1861. kao vrsta *Archaeopteryx lithographica*, a ajh-štetski skelet iz 1877. godine kao *Archaeopteryx siemensi*). Kasnije, posle brižljivog proučavanja oba ova skeleta, Branislav Petronije-vić je izjavio da tu nije reč samo o dve različite vrste nego čak o dva roda, pa je zbog toga vrstu *Archaeopteryx siemensi* preimeno-vao u *Archaeornis siemensi*. S nje-govim mišljenjem, međjutim, ni-je se saglasio Gevin de Bir (Ga-vin de Beer) iz Londonskog Mu-zeja prirodnih nauka, koji je obe vrste i dalje smatrao jednom (*Archaeopteryx lithographica*), tvr-deći da neznatne razlike u skele-tima ove dve vrste zapravo odgo-varaju razlikama u polu i sta-rosti nadjenih primeraka. De Bi-rovo mišljenje potvrdio je i F. He-ler (Fl. Heller) sa Univerziteta u Erlangenu, koji je veoma po-

drobno i brižljivo proučio skelet nadjen 1956. godine.

Prva dva skeleta muzeji su preuzeli od privatnika za veoma znatne sume. Zolenhofenski skelet iz 1861. godine uzeo je Lon-donski muzej prirodnih nauka za 14 000 maraka, a ajhštetski skelet iz 1877. godine jedan ber-linski muzej za 20 000 maraka, iako je za taj skelet prvobitno traženo 36 000 maraka.

Još na početku jure, dakle, pre nekih 150 miliona godina, u kroš-njama drveća čuo se prvi ptičji glas. Iako su to sigurno bila pro-mukla kreštanja, još veoma daleka od divnih i često zanosnih pesa-ma kasnijih ptica, ipak je to bila praznična himna koja je najavlji-vala da je živi svet u svome raz-voju obogaćen novim i višim ti-pom, pticama, pevačima šuma, polja i vrtova.

Compsognathus
i *Archaeopteryx*



U Severnoj Americi, na mestu sadašnje države Kansas, tokom razdoblja krede širilo se ogromno more, naseljeno golemim i divljim gmizavcima iz rodova *Elasmosaurus* i *Tylosaurus*, džinovskim kornjačama iz roda *Archelon* i zmajolikim letećim gmizavcima iz roda *Pteranodon*. Ali to je more bilo i dom čudnim rodovima zubatih ptica *Hesperornis* i *Ichthyornis*.

Hesperornis je bila privodna ptica, duga oko jedan metar, čiji su zadnji udovi bili snažni i prilagodjeni plivanju. Svi prsti na njima bili su naoružani kandžama i povezani opnom. Krila te ptice bila su sasvim zakržljala. Od njih je ostala samo mala mi-

šićna kost, u obliku tanke šipčice. Na suvom je ptica, kako izgleda, veoma retko stajala uspravno; verovatnije je da je ležala na pesku obale, sunčajući se posle lova na ribe pod vrelim zracima sunca iz razdoblja krede. Oterio Abel veruje da se ona po zemlji kretala izdignutog prednjeg dela tela, potiskujući se daleko unazad pruženim zadnjim nogama; tako je, u trapavim kratkim skokovima, polako grabila napred. *Hesperornis* je, međutim, bila vrsni plivač, a kada je lovila ribu, svoju glavnu hranu, ronila je tako vešto i brzo da je malo koja žrtva mogla umaći njenom kljunu. Godine 1870. u kanzaskim

naslagama iz vremena krede nađeno je preko pedeset manje ili više potpunih skeleta, koji su svi pripadali vrsti *Hesperornis regalis*; njihov nalazač bio je čuveni američki paleontolog, profesor Marš.

Istovremeno sa *Hesperornisom* živela je i ptica *Ichthyornis*. Bila je otprilike veličine goluba i odličan letač, za šta jamče dobro razvijena krila i visoka grudna kost. I ova se ptica hranila uglavnom ribom. U toj oblasti živelo je nekoliko njenih vrsta, od kojih je najbrojnija bila *Ichthyornis victor*.

Obe opisane životinje bile su već prave ptice, ali su u vilicama još imale zube; bio je to poslednji

fizički trag koji je ukazivao na poreklo od gmizavaca. Raspored zuba, međutim, razlikovao se kod ovih dveju ptica: kod *Hesperornisa* zubi su rasli u jednom jedinstvenom žlebu u vilici, a kod *Ichthyornisa* je svaki zub imao svoju jamicu.

Izgleda da nijedna od ovih zubatih ptica nije živela usamljenički, već su se obe vrste držale jata, verovatno vrlo brojnih, s velikim brojem jedinki i dosta sličnih jatima današnjih morskih ptica koje naseljavaju arktičke i antarktičke oblasti. Krajem razdoblja krede, pre nekih 60 miliona godina, ove neobične ptice zanavek su iščezle sa lica Zemlje.

Hesperornis
i *Ichthyornis*



Ko ne voli da se seti onih bajki iz detinjstva u kojima su junaci krajnje uzbudljivih doživljaja džinovi i patuljci, dobre i zle vile, čarobnjaci i veštice, jedno-rozi, aždaje i džinovske ptice?

Kada prodjemo kroz galeriju drevnih ptica, pred nas iznenada izlazi naše detinjstvo, iznenada

nam se budi sećanje na mnoge poznate bajke. To se dešava naročito onda kad, lutajući, zastanemo pred skeletima dveju džinovskih ptica; tad pesnička bajka odjednom postaje opipljiva stvarnost.

Da, nekada davno, na licu Zemlje postojale su čudovišne

ptice. Jedna od prvih među njima bila je visoka oko tri metra i naziva se *Diatryma*. Ona je imala krupnu glavu, dugu oko 40 santimetara, s jakim kljunom, spljoštenim sa strane, jakim vratom i kratkim čvrstim telom. Krila *Diatrymi* bila su zakržljala, a snažne noge, stvorene za trča-

nje, imale su po četiri prsta. Ovaj ptičji džin živeo je pre nekih pedeset miliona godina, tokom eocena, u Severnoj Americi. Izgleda da je daleki rođak tog pernatog čudovišta današnja brazilska ptica karijama (*Cariama cristata*), vrsta ždrala iz porodice *Dicholophidae*.

Diatryma



Dr. Burian
53

Druga dobro poznata čudovišna ptica bila je *Phororhacos*, ogromna ptica-mesožder, čija je velika lobanja, duga preko 30 santimetara, bila naoružana snažnim kukastim kljunom, koji i danas predstavlja nesumnjivo svedočanstvo da je posredi bila opasna grabljivica. Od nje nisu bili sasvim bezbedni na najveći živi stvorovi drugih rodova i vrsta. I ona je, poput mnogih tadašnjih ptica, bila nesposobna da leti, jer su joj krila bila slaba i zakržljala. No zato je izvrsno trčala, pošto su joj noge bile duge i snažne (na nogama je imala po četiri prsta).

Ova džinovska ptica grabljivica i trkačica živela je tokom oligocena i miocena u Južnoj Americi, u Patagoniji. Njen dom bile su travnate visoravni ili ravnice pokrivene retkim žbunjem i drvećem.

Poznati argentinski paleontolog Florentino Ameghino (Florentino Ameghino) prvi je otkrio ostatke te ptice, godine 1877, u Patagoniji; njih su sačinjavali delovi donje vilice, a nalazač je

pretpostavio da pripadaju nekom bezubom sisaru. Tek su kasniji nalazi uverili Ameghina da su u pitanju ostaci ogromnih ptica, koje su tu živele u nekoliko vrsta. Najpoznatija među njima bila je vrsta *Phororhacos inflatus*, čiji su pripadnici dostizali visinu od oko 2 metra.

Izgleda da je ptica *Phororhacos* pripadala familiji *Dicholophidae*, te je daleki rođak sadašnjih južnoameričkih ptica *Cariama cristata* i *Chunga burmeisteri*. Zanimljivo je pomenuti da su sa *Phororhacosom*, u istoj oblasti, živele i druge slične ptice, vrlo visoke i nesposobne za let — na primer, *Pelecyornis* i *Brontornis*. Izraženo je gledište da su se te džinovske ptice u Južnoj Americi pojavile pred kraj razdoblja krede ili na samom početku tercijara i da je njihova kolenka bila negde u dubini Antarktika, u oblasti koja sada predstavlja negostoljubivu pustoš leda i snega, ledenih oluja i kovitlaca, pustoš u kojoj je svim živim bićima opstanak potpuno onemogućen.



R. Burian 41

Ogromne ptice živele su i tokom kvartara, na Novom Zelandu. Bile su to takozvane *Dinornithidae*, poznate i kao ptice moa, izučavanju kojih je slavni engleski paleontolog Ričard Oven (Richard Owen) posvetio četrdeset i pet godina svoga života. Bile su to zaista ogromne ptice, visoke oko 4 metra, sa malom glavom i kratkim kljunom. Krila i rame-ni pojas u celini bili su im sasvim zakržljali. U nekim delovima Novog Zelanda njihove su kosti nalazene u tako ogromnim količinama da ta mesta zaista možemo smatrati njihovim grobljima.

Znamo, međutim, ne samo za njihove kosti već i za mumifikovane meke delove njihovih tela, kao i za perje i jaja. Perje se odlikovalo bojama koje su se razlikovale od vrste do vrste. Jaja, čija se boja takodje menjala prema vrstama, bila su ogromna; jaje nadjeno kod mesta Kromvel bilo je dugo 30 a široko 22 santimetra.

Na Novom Zelandu živelo je nekoliko rodova i vrsta *Dinornithidae*. Najneobičnija i najveća među njima bila je ptica *Dinornis maximus*, džin visok 4 metra.

Dinornithidae nisu srodne ka-zuaru niti ikojem drugom tipu

ptice iz sadašnjeg australijskog životinjskog carstva. Najnovija ispitivanja pokazala su da je njihov najbliži rođak južnoamerička ptica nandus (*Rheae*); tu činjenicu teško možemo razumeti ako iz istorije Zemlje ne znamo da je u davno prošla vremena Novi Zeland preko Antarktika bio povezan s Južnom Amerikom, te su se životinje tako mogle seliti iz jedne oblasti u drugu.

Čovek je znatno doprineo nestanku *Dinornithidae*. Znamo izvesno da su još početkom šesnaestog veka Maori hvatali te krup-

ne, nespretne ptice u duboke jame i krali njihova jaja.

Nagorele i polomljene kosti tih ptica u ostacima maorskih vartara najbolji su dokaz da su *Dinornithidae* često bile na maorskoj trpezi. Do danas se među Maorima sačuvalo predanje da su njihovi preci poznavali pticu moa i jeli njeno meso. Po jednoj maorskoj legendi, ptica moa još živi, skrivena u nepoznatoj divljini planine Vakapunaka, gde je čuvaju dva džinovska guštera; to je, navodno, ogromna ptica sa ljudskim licem, koja živi isključivo od vazduha.

Dinornis



Ed. Bownan
53

Močvarne devičanske šume tercijara, koje su rasle od pre 50 do pre 30 miliona godina, bile su izvor mrkoga uglja. U mnogim oblastima gde danas buja industrija, gde se tornjevi uzdižu iznad rudničkih jama i gde u nebo sežu dimnjaci mnogih fabrika, u vreme tercijara ogromne devičanske šume širile su se oko moćnih reka a velike močvare i blatišta okružavali su delte širokih vodenih tokova, podsećajući na današnje Sumorne močvare na jugoistočnim obalama toplijih

delova Sjedinjenih Država. Iz komada ugljenisanog drveta i otisaka lišća i plodova u glinenim slojevima koji dele naslage mrkoga uglja jasno se vidi da je flora od koje potiče mrki ugalj bila mešovita. Tu i tamo preovladjivali su četinari *Chamaecyparis* i *Taxodium*, sa razgranatim otvorenim korenjem; tu se ponekad moglo naći i lisnato (listopadno) drveće kao *Nyssa*, neke barske ili vrlo higrofitne (vlazi sklone) vrste hrastova, javora i topola, kao i neki tipovi biljaka veoma

naklonjenih toploti (na primer, magnolija). Drugde je opet, preovladjivalo listopadno drveće. Lijane koje su vijugale među drvećem davale su tim šumama mrkoga uglja osobit, gotovo sup-tropski izgled, još više uvećan prisustvom palmi. Obale močvara i bara bile su obrasle ševarom, a površina vode pokrivena lišćem i cvetovima raznoraznih *Nymphaeaceae* (vodenih krinova). U vodi je bilo mnoštvo riba, vodozemaca i gmizavaca; mnogi primitivni sisari probijali su se kroz

ševar, dok su sve to nadletale mnogobrojne i razne ptice.

Na slici se vidi izgled takve jedne močvarne šume u kojoj preovladjuju četinari (*Chamaecyparis* i *Taxodium*), prošarani s nešto listopadnog drveća (*Nyssa*). Donji delovi stabala pokazuju kako se to drveće dobro prilagodilo močvarnom tlu. Četinari imaju granato, otvoreno korenje, a listopadno drveće se odlikuje upadljivim kupastim ili kruškastim osnovama stabala. Spređa na slici vidi se prastari tapir (*Palaeotapirus*) sa mladuncem.

Šuma mrkoga uglja



Tercijar, pretposlednje geološko doba u istoriji Zemlje, deli se na dva dela: raniji, paleogen, i kasniji, neogen. Ova dva dela tercijara znatno se razlikuju medju sobom u pogledu flore i faune. Tako, na primer, flora paleogena veoma podseća na mezozoičku floru krede. Palme, razne smokve, cimetovo drvo, akacija, mirta i druge tropske i suptropske biljke obilato su rasle u srednjoj Evropi. U neogenu, međutim, izgled flore se znatno izmenio. Tipovi biljaka sklonih toploti počinju polako da se povlače

na jug; otud je palma već retka u srednjoj Evropi, a u suptropskim i vrlo vlažnim oblastima veoma se šire listopadne šume raznih vrsta hrasta, bukve, javora, oraha, ruja, bresta, platana, kestena i drugog drveća koje je danas naročito često u južnoj Evropi i Zakavkazju. Pored tog listopadnog bilo je i dosta četinarskog drveća — smreka, sekvoja, taksodija, gliptostroba i drugih. Pred kraj tercijara i ovo četinarsko drveće povuklo se iz srednje Evrope na jug, pošto je počelo zahladjivanje klime koje

upozorava na dolazak kvartara i prvog ledenog doba.

Na našoj slici vidi se deo miocenskog predela u srednjoj Evropi, sa hrastovima, bukvama, javorom i drugim listopadnim drvećem, kao i sa četinarskom šumom, u kojoj visoka sekvoja nadvišava sve drugo drveće. Ima čak i nekih palmi, koje nas, sa suptropskom faunom, podsećaju na suptropsku prirodu naslikane oblasti. Najtipičniji predstavnici te faune bili su mastodont vrste *Trilophodon angustidens* (surlaš izdužene glave sa četiri kljove),

prvi papkari iz roda *Palaeomeryx*, koji su bili bez rogova, kao i oni iz roda *Dicrocerus*, prvi jelenski rogovima, mada vrlo prostim. Dok su mastodonti u to vreme već bili prevalili najveći deo svoje filogenetske evolucije, jelenski su je tek bili započeli.

Ovakve oblasti, sa svojim devičanskim šumama i posebnom faunom, sasvim su se razlikovale od onih močvarnih i blatnih područja u kojima su, kako znamo, postavljeni temelji današnjih naslaga mrkoga uglja.

Miocenski predeo



Uintatherium je jedan od najvećih i najčudnijih tipova u eocenskoj fauni Severne Amerike, pripadnik iščezlih drevnih kopitara iz reda *Amblypoda*.

Najupadljivija osobina *Uintatheriuma* i svih njegovih bliskih rodjaka jeste neobičan oblik glave, koja se sužavala ka gubici i nosila tri para koštanih izraštaja u obliku niskih tupih rogova, pokrivenih kožom, kao u današnjih žirafa. Lobanja životinje bila je pljosnata i odozgo pomalo udubljena kao činija; ta se osobina ne nalazi ni u koje druge

životinje. Mozak *Uintatheriuma* bio je neuobičajeno malen, što jasno ukazuje na nizak stupanj inteligencije. Čak je i raspored zuba bio neuobičajen. Kako su mu međjuvilične kosti bile zakržljale, *Uintatherium* nije imao gornje sekutiće. Donji sekutići bili su mali, a donji očnjaci svi iste veličine i oblika. Nasuprot tome, gornji očnjaci bili su veliki i sabljasti, blago naoštreni sa unutrašnjestrane. Krilasta proširenja prednjeg dela donje vilice poklapala su se sa tim sabljastim očnjacima čitavom njiho-

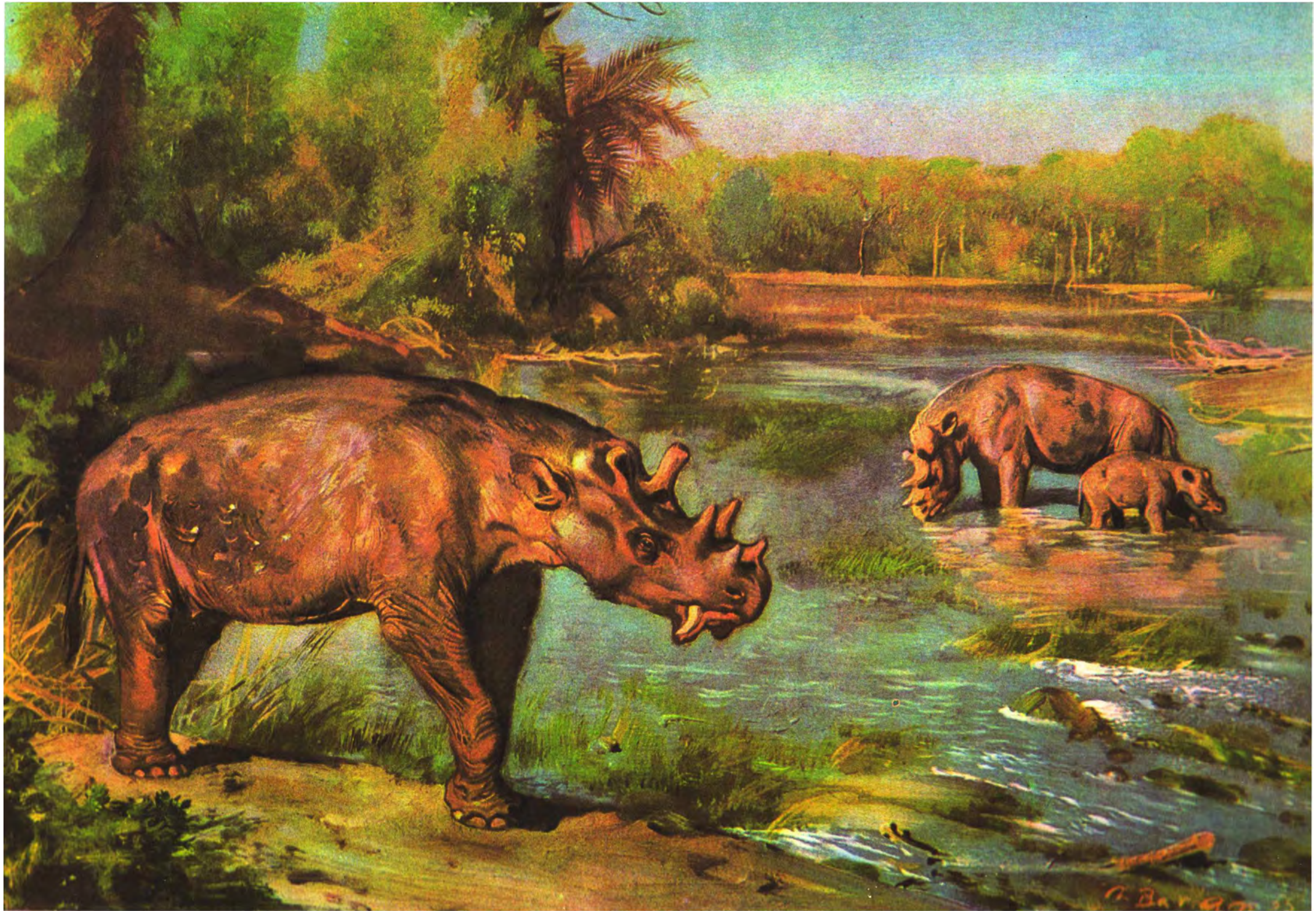
vom dužinom. Pomenuti očnjaci bili su jače razvijeni u mužjaka negoli u ženke, što važi i za rogolike izraštaje na glavi životinje. Što se ostaloga tiče, *Uintatherium* je neobično podsećao na današnjeg slona.

Ove su životinje bile biljojedi i, sudeći po obliku njihovih zuba, hranile su se mekim i sočnim biljem iz močvara i reka, ne žvaćući ih, već samo muljajući ih kroz usta pre gutanja.

Dinoceratidae pripadaju redu *Amblypoda* i predstavljaju vrhunac u njenoj evoluciji. Kada

ispitujemo filogenetsku evoluciju *Dinoceratidae*, jasno vidimo da su pojedini njihovi tipovi potekli od malih oblika, sa slabo razvijenim rogolikim izraštajima na glavi i gornjim očnjacima tek malo izduženim u sabljasti oblik (takav tip, na primer, predstavljaju rodovi *Bathyopsis* i *Elachoeras* iz donjeg eocena); zatim nalazimo veće oblike, sa jasno određenim osobinama (na primer, *Uintatherium* iz srednjeg eocena), a na kraju dolaze najrazvijeniji tipovi (*Loxolophodon* iz srednjeg i *Eobasileus* iz gornjeg eocena).

Uintatherium



Tokom paleogena u Severnoj Americi nisu živeli samo čudovišni dinoceratidi (*Uintatherium*, *Loxolophodon*, itd.) već i veoma zanimljivi *Titanotheriumi*, ogromni perisodaktilni tipovi, daleki rodjaci današnjih konja, nosoroga i tapira, sada već davno mrtvi. Prošlo je bar 50 miliona godina od vremena kad su poslednji njihovi predstavnici iščezli sa lica Zemlje. Naravno, te životinje nisu tokom paleogena živele samo u Severnoj Americi već, u manjem broju, i u istočnoj Aziji, a vrlo retko i u Evropi.

Najosobeniji *Titanotheriumi* jesu oni iz roda *Brontotheriuma*, čija je jedna vrsta opisana na osnovu jednog potpunog nadjenog skeleta.

Brontotherium je bio krupna, trapava životinja, veća od najvećeg današnjeg nosoroga. U poređenju s ogromnim telom, glava mu je bila spljoštena i mala, ali vrlo široka, što je bilo ishod neuobičajene razvijenosti jagodičnih lukova. U lobanji se nalazio mali mozak, što pokazuje da se ti džinovi nisu baš odlikovali inteligencijom. Veliki koštani izraštaji, „rogovi“, rasli su mu iz nosnih kostiju, iznad usta, a bili su pokriveni kožom. Izraštaji su kod mužjaka bili veći negoli u ženke. Čini se da su ih mužjaci

upotrebljavali ne samo u odbrani već i u borbi oko ženki. Iz rasporeda i prirode zuba može se zaključiti da su se ti džinovi hranili mekim i sočnim biljem. Žive li su tokom nižeg oligocena u travnatim nizijama s mnogo grmlja i bara, okruženim planinskim lancima sa mnogo vulkana. S vremena na vreme, ti bi vulkani počeli da rade, pa su otrovna isparenja iz otvorenih kratera i vulkanska gradja uništavali sav život oko *Brontotheriuma*, kao i njih same.

Kosti *Titanotheriuma* već su dugo poznate. One su bile poznate još crvenokošcima, i to mnogo pre dolaska belih ljudi u Ameriku. Tako su Sijuksi, prilikom lova na bizone, u uvalama i jarugama beskrajnih prerija južne Dakote i zapadne Nebraske nalazili ogromne kosti, koje su iz stena isprale duge i jake kiše. Nemajući pojma o izumrlim životinjama, Sijuksi su verovali da su to kosti „gromo-konjâ“, čudesnih nebeskih bića koja za vreme oluja, pri blesku munja i uz grmljavinu gromova, skaču sa neba na zemlju, gde love bizone, ubijajući ih moćnim kopitima. Upravo je iz te drevne indijanske priče profesor Marš izveo naziv *Brontotherium*, što znači „zver grmljavine“.

Brontotherium



© Burian

Godine 1900, Bidnel (Beadnell) je u slojevima iz gornjeg eocena u Egiptu našao ostatke jedne čudne životinje, koju je prof. Andrjusz podrobno opisao 1906, nazivajući je *Arsinoitherium zitteli*. Bio je to ogromni kopitar, dug skoro 3,5 metra a viši od kakvog pozamašnog nosoroga.

Lobanja je bila najveća osobenost *Arsinoitheriuma*. Dva moćna koštana izraštaja, jednake veličine, izbijala su iz osnove koja se izdizala na nosnoj kosti; izraštaji su razilazno štrčali nad gubicom

kao dva oštra roga. Oni su sigurno bili strašno oružje, kojeg su se plašile čak i najveće grabljivice. Iza njih, iza zadnjunjihovuivicu, rasla su, iz čeone kosti, dva druga, manja roga, koji su bili bezopasni. Kod mladunaca nosne kosti sa „rogovima“ bile su poduprte rskavičavim pregradama, koje su postepeno okoštavale. Zubi su bili izraziti: bilo ih je 44 i rasli su jedan uz drugi. Pada u oči drevnost njihova tipa; imali su visoke krunice, sa spoljnje strane bili su ispupčeni a s unu-

trašnje izdubljeni. Na osnovu zuba možemo zaključiti da se *Arsinoitherium* hranio vrlo slično *Uintatheriumu* ili geološki starijim surlašima. Danas veoma malo znamo o poreklu tog čudnog *Arsinoitheriuma* kao i o njegovu srodstvu s drugim životinjskim grupama. Najpre se mislilo da je on veoma blizak surlašima i izumrlim kopitarima iz grupe *Amblypoda*. Andrjusz je, međjutim, istakao da *Arsinoitherium* pokazuje veliku sličnost sa *Hyracoideama*, životinjama koje danas pred-

stavljaju malu grupu kopitara, uglavnom sitnih, ne većih od zeca; no one su tokom tercijara bile brojnije i rodovima i vrstama i odigrale su prilično značajnu ulogu u evoluciji.

Arsinoitherium je živio u Egiptu pre nekih 50 miliona godina; nestao je isto tako iznenada kako se i pojavio, a o tome da je nekad postojao svedoče samo njegove malobrojne kosti.

Arsinoitherium



Deinotherium (ranije nazivan *Dinotherium*) neobični je terciarni surlaš, čiju je najveću osobenost predstavljalo to što mu se prednji deo donje vilice izvio naniže, gotovo pod pravim uglom, i bio snabdeven parom velikih nadole iskrivljenih i šiljatih kljova, nastalih preuobličavanjem drugih sekutića. Svim ostalim delovima tela *Deinotherium* je podsećao na današnjeg slona.

Već se dugo zna za ostatke ove životinje. No oni se upočetku nisu smatrali ostacima drevnih surlaša; raniji paleontolozi (ostavićemo po strani fantastične pretpostavke da su to bili skeleti džinova) smatrali su te nepotpune nalaze zubima i kostima tapira, nilskih konja, pa čak i nekih vodenih sisara. Tek je 1832. godine otkriće jedne čitave lobanje kod Epelshajma u oblasti Rajne omogućilo Kaupu (Kaup) i Klipštajnu (Klipstein) da *Deinotheriuma* odlučno svrstaju među surlaše. Ovo ispravno postavljanje *Deinotheriuma* na njegovo pravo mesto u životinjskom sistemu kasnije je u potpunosti potvrđeno nalazima kostiju dveju odraslih živo-

tinja u Čehoslovačkoj, do kojih se došlo kod Opatova blizu Češke Tšebave 1853. godine, i jednog potpunog skeleta, nadjenog kod mesta Františkovi Laznje 1883. godine.

Deinotherium je pripadao jednoj posebnoj porodici surlaša, sada već dugo izumrloj. O poreklu te porodice veoma se malo zna. Te su se životinje razvile tokom paleogena u Indiji ili Africi. U Evropi su se prvi put pojavile tokom nižeg i srednjeg miocena (manji *Deinotherium bavaricum* i veći *Deinotherium levius*), a izumrle su tokom pliocena, na samom kraju terciarnog doba, sa vrstom *Deinotherium giganteum*. Najveći poznati primerak, opisan kao *Deinotherium gigantissimum*, nadjen je 1890. u srednjopliocenskom sloju kod Mazantija u Rumuniji; izgleda, međjutim, da je to bio samo ogroman odrasli mužjak iz vrste *Deinotherium giganteum*.

Deinotherium je obitavao u dosta vlažnim oblastima sa mnogo močvara i obilnom vegetacijom, u kojima je rastao i niz toplotisklonih tipova biljaka, poput palmi, cimetova drveti, lovora i drugih.

Deinotherium



Tokom srednjeg oligocena, kada je široka morska veza između Kaspiskog mora i Arktičkog mora bila razbijena u niz samostalnih vodenih bazena, široke oblasti Kazahstana prekrile su se senovitim šumama bukava, grabova, oraha, likvidambara (jedne vrste smolastog drveta) i sekvoja. Te šume na ivicama vodenih bazena i sporih rečnih tokova smenjivale su se sa gustim čestarima žbunja i močvarnim, glibovitim područjima bujne vegetacije. Svuda je živelo mnogo životinja: u šumama neobični,

dugokopitasti kopitar *Schizotherium*, u žbunju i močvarama *Anthracotherium*, artiodaktilni tip nalik na svinju, mali jelen bez rogova i mnogo drugih životinja. No pored tih vlažnih oblasti razvila su se i mnoga suva područja, obrasla travom, sa retkim drvećem. Upravo je u ovim područjima živio *Indricotherium*, džinovski bezrogi nosorog. On uopšte nije imao rogova niti je ličio na nosoroga: bio je preko 5 metara visok i jedan od najvećih suvozemnih sisara koji su ikad živeli na Zemlji. Lutao je unaokolo

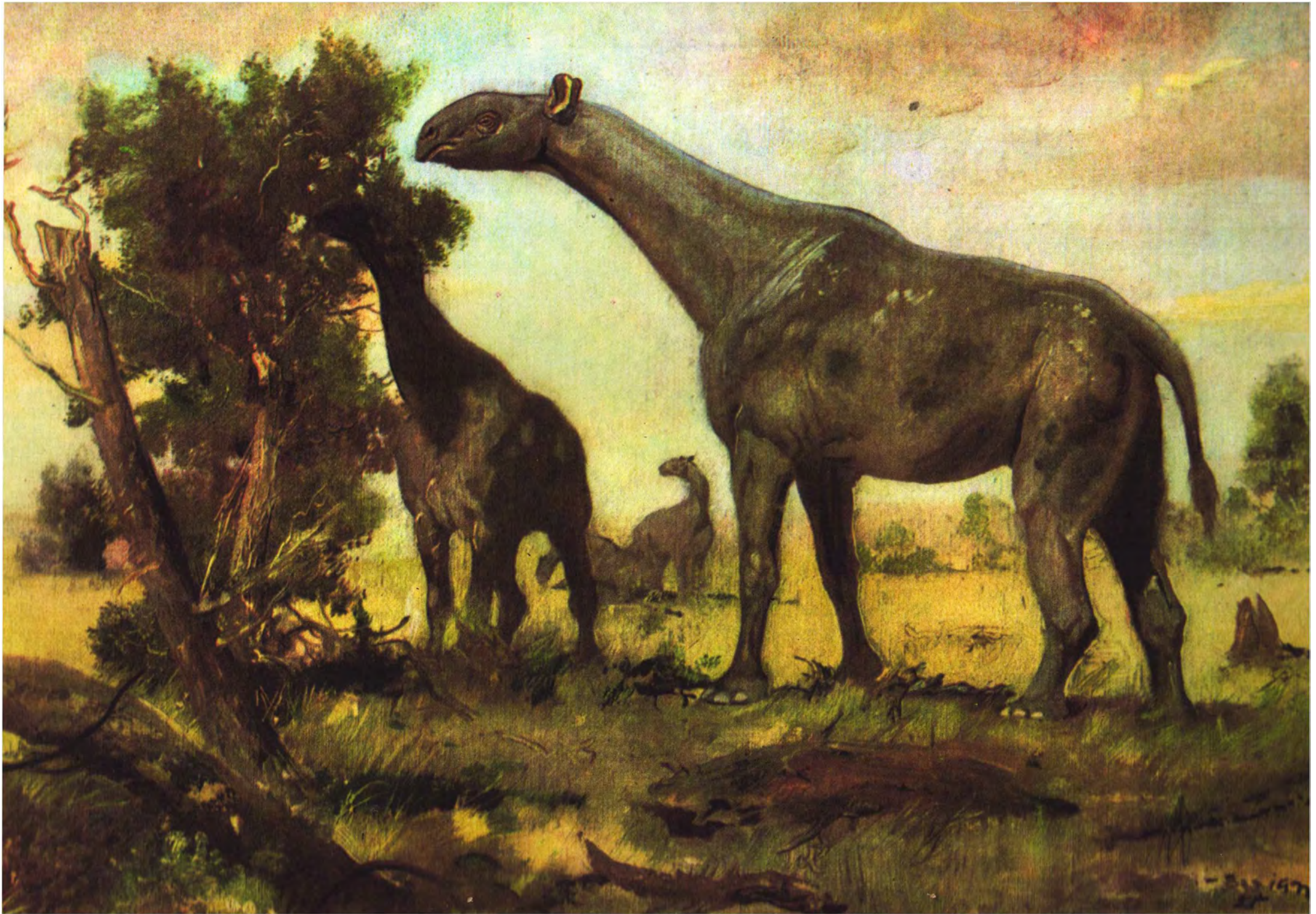
u malim krdima, a živio uglavnom od lišća drveća čije je krošnje lako mogao da dohvati. Ostaci njegovih kostiju nadjeni su u južnom Kazahstanu i na obalama Aralskog mora.

Najbliži rođak tog džinovskog sisara živio je u Balučistanu i Mongoliji. Bio je to *Baluchitherium grangeri* — dug preko 8,5 a visok preko 5,5 metara. Ovaj bezrogi nosorog bio je možda najveći od svih suvozemnih sisara. Predstavu o njegovoj veličini najbolje ćemo steći poredjenjem: današnji indijski nosorog dosti-

zao bi do dve trećine prednjih nogu *Baluchitheriuma*, a čovek visok do 190 santimetara otprilike isto toliko; stroj od šest vojnika, postavljenih rame uz rame, lako bi mogao proći između njegovih nogu, kao kroz kakvu kapiju pobeđe.

Indricotherium i *Baluchitherium*, s tačke gledišta evolucije, predstavljaju najstarije tipove nosoroga, koji su, posle kratkog cvetanja krajem nižeg tercijara, iznenađujuće izumrli.

Indricotherium



Godine 1789. u pampi blizu Buenos Ajresa nađen je skelet neke velike životinje; ubrzo je poslat u Madrid, gde ga je Žozef Gariga (Joseph Garriga) podrobno proučavao nekoliko godina. Kad je konačno završio svoj rad, Gariga je rukopis poslao štamparu. Bilo je to 1795. godine. Kada je Gariga dobio otiske za prvu korekturu, desio se jedan nemio i nepredvidjen događaj. Garigu je posetio guverner francuske kolonije San Domingo i zatražio od njega jednu kopiju korektura, koja je sadržavala i crtež Garigine rekonstrukcije izgleda životinje. Gariga mu

je dao kopiju bez oklevanja. Ali dotični guverner je nije sačuvao, već ju je odmah poslao Akademiji nauka u Parizu. I tako se desilo da je na prvoj sledećoj sednici Akademije proslavljeni Kivije (Cuvier) podneo izveštaj o rečenom skeletu, koji je nazvao *Megatherium americanum*. Tako je Kivije za celu jednu godinu pretekao Garigu, čija je knjiga izašla tek 1796.

Megatherium, ili „velika zver“ (kako možemo prevesti njen naziv skovan od helenskih reči), dostizao je dužinu od preko sedam metara, a bio je viši od najvećih slonova. Bila je to teška, spora

i glupa životinja, s niskim i uzanim lobanjskim svodom i malim, slabo razvijenim mozgom. Dugo telo završavalo se neuobičajeno debelim repom. Zadnje noge bile su joj snažne i vrlo krute, a prednje nešto lakše i pokretljivije. Zanimljivo je da pri hodu *Megatherium* nije gazio čitavim šapama, već samo njihovim ivicama. Od zuba su mu bili razvijeni samo kutnjaci, visoki i četvrtasti. Iako teški, *Megatheriumi* su bili kadri da se uspravljaju na zadnje noge, oslanjajući se prednjima o debla ili snažne grane drveća, kako bi jeli mlado lišće koje su na taj način mogli dohva-

tati. Jamačno, lišće drveća i zbuja nije bilo njihova jedina hrana. Oni nisu prezirali ni travu, a ponekad su, možda, i svojim snažnim kandžama iskopavali iz zemlje ukusne i sočne lukove i krtolice raznih biljaka.

Tokom pleistocena u Južnoj Americi je živelo više vrsta *Megatheriuma*, koje su pripadale sisarskom redu *Edentata* (bezubičica). Kada su se Severna i Južna Amerika spojile suvozemnom prevlakom, *Megatheriumi* su prešli i u severnoameričke krajeve, gde su takodje nađeni njihovi skeleti.

Megatherium



Godine 1928. došlo je do jednog značajnog otkrića u jednoj od pukotina na vulkanskom zemljištu sreza Dona Ana u američkoj državi Novi Meksiko, blizu tekstaškog grada El Paso. Na dubini od oko trideset metara nadjen je skelet pleistocenskog bezzubog sisara (*Edentate*) iz roda *Nothrotherium*. Skelet je bio potpun, a sve kosti još su bile povezane tetivama. Čak su sačuvani i komadi kože i mišića, kao i moćne kandže na šapama. Telo životinje bilo se na prirodan način mumifikovalo na stalno suvom

vazduhu i stalno visokoj temperaturi. Ti su uslovi za paleontologe izuzetno dobrodošli, jer se pod njima ne očuvaju samo čvrsti delovi organizama (kosti, zubi, itd.) već i rožnate kandže, komadi kože, mišićnog tkiva i drugih mekih delova. Sa skeletom pomenute životinje nadjen je i njen izmet, koji je sadržavao ostatke poslednje pojedene biljne hrane.

Kako je skelet te drevne bezubice dospeo na tako čudno mesto? Stvar se mogla objasniti jedino time da je životinja pala u rečenu pukotinu, koja je na

površini zemlje bila široka tri metra, i spuštala se gotovo sasvim uspravno do dubine od 30 metara. Pukotina nije mogla biti nikakvo naročito skrivalište, jer bi, u želji da u nju udje, svaka životinja propala do dna. Čini se, zato, da je *Nothrotherium* u nju upao nesrećnim slučajem. Možda je to bila posledica nepažljivosti same životinje, a možda se to desilo kad je taj bezopasni biljojed ugledao da mu se približava kakav grabljivac — na primer, sabljozubi *Smilodon*. Izbezumljena od straha, životinja je možda po-

jurila glavom bez obzira, i tako pala u pukotinu. No to se nije moralo desiti u bekstvu. Dovoljno je bilo da *Nothrotherium* pase u blizini pukotine i iznenada se nadje suočen sa pomenutom grabljivom zveri; nekoliko koraka unazad, učinjenih u strahu, mogli su ga dovesti na ivicu pukotine, koja je, možda, popustila pod njegovom velikom težinom. Naša slika pokušava da dočara ovaj uzrok smrti *Nothrotheriuma*, mada ne možemo i zaista ne želimo da tvrdimo da je baš tako i bilo.

Nothrotherium



C. Burian

Mamut (*Mammonteus primigenius*) najpoznatija je i najrepresentativnija pleistocenska životinja. Bio je to ogromni surlaš, koji je u Evropi dostizao visinu od oko 6 metara. Telo mu je bilo pokriveno dugom i gustom dlakom, koja ga je, uz debeli sloj masnog tkiva pod kožom, čuvala od oštre klime ledenog doba. Glava mu je bila ogromna, mnogo moćnija od glave i najvećeg današnjeg slona; to je bilo povezano sa neobično dobro razvijenim kljovama, izvijenim unazad. Te se kljove, u stvari, bila dva preuobličena gornjovilična sekutića. Kutnjaci (kojih je bilo četiri) bili su visoki i široki. Uši su mu bile male i obrasle dlakom.

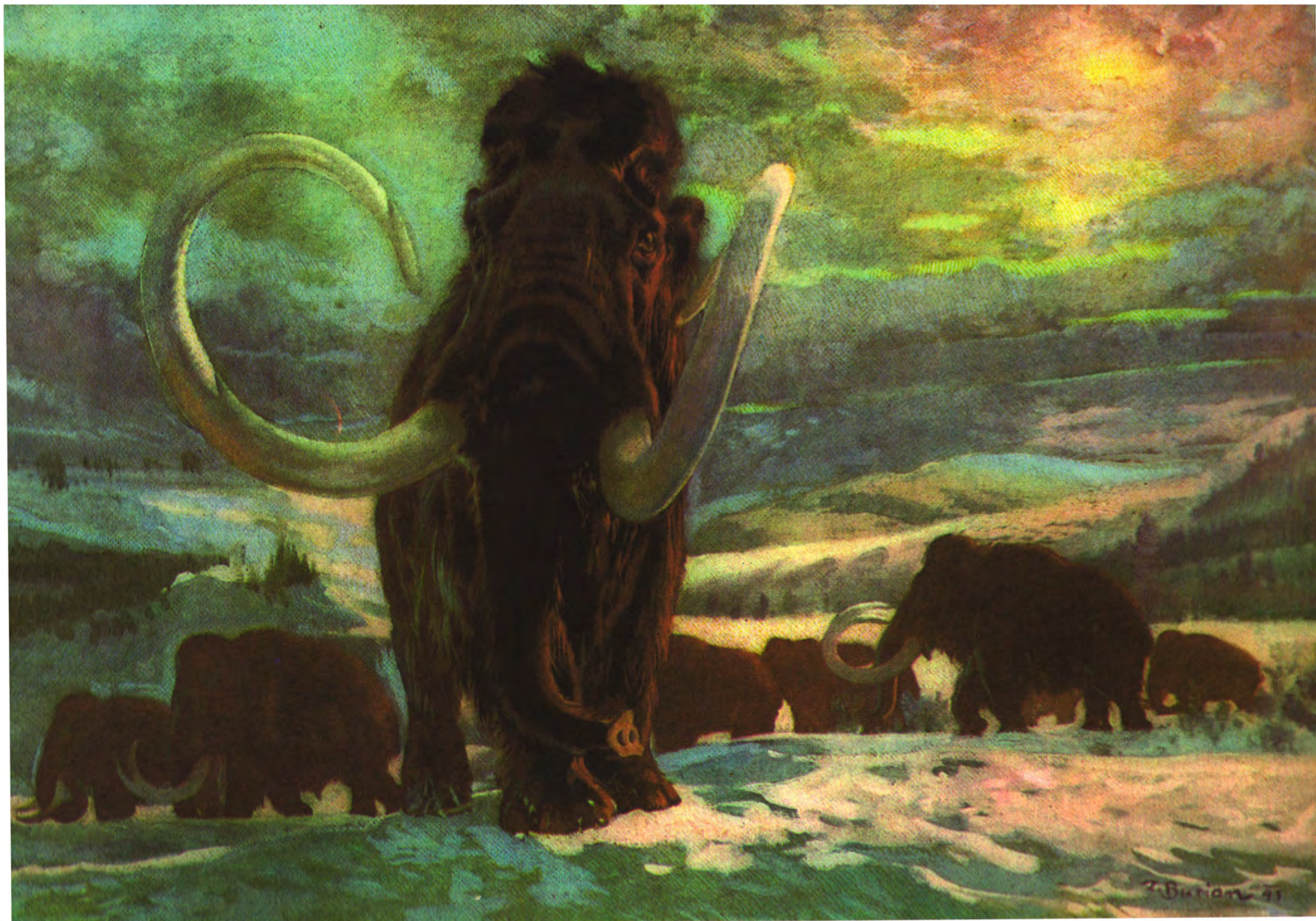
Mamuti su na ledjima imali veliku grbu; možda je to bila zaliha masnog tkiva od koje je životinja živela u vreme kad su snežne oluje žestokih zima snežnim nanosima zatrpavale ionako siromašnu vegetaciju tundri i stepa. Rep mamuta je bio kratak i pokriven zamršenom dlakom. Dlakom je bila pokrivena i surla, čiji se kraj razlikovao od kraja surle današnjeg slona; gornja usna, naime, bila se razvila tako da je podsećala na široki izraštaj nalik na prst, dok je donja usna imala oblik režnja.

Mamuti su bili tipični stanovnici tundri i stepa. U njihovim trupinama, sačuvanim u smrznutoj zemlji Sibira, često se otkri-

vala i sadržina stomaka, na osnovu čega se može tvrditi da su se mamuti hranili mladjim granjem raznog zimzelenog rastinja, kao i granjem vrba, breza i brestova; no, svakako, jeli su i razne stepske biljke.

Mamuti, savremenici prvih ljudi, bili su neobično široko rasprostranjeni. Živeli su širom evropskog kontinenta — sem na Iberijskom poluostrvu i Balkanu — a iz Evrope su, preko severne Azije, dospeli i u Severnu Ameriku, koristeći se tada postojećim zemljouzom između ova dva kontinenta. Stoga su njihovi ostaci nadjeni u mnogim zemljama. U Čehoslovačkoj, Moravska je izuzetno dobro poznata po na-

lazima mamutskih kostiju; Pšedmosti, blizu Pšerova i Donje Vjestonice blizu Mikulova spadaju među najznačajnija nalazišta. U Sibiru, međutim, u smrznutoj zemlji i ledu nalazimo čak i ne-dirnuta tela mamuta, za kojima tamošnji domoroci tragaju radi dragocenih kljova. Potpuni mamutski skeleti nisu nikakva retkost u velikim muzejima. Muzej Akademije nauka u Lenjingradu poseduje, međutim, jedan primerak jedinstven u svetu — punjenog mamuta, čije je telo otkriveno 1907. u Sibiru, na obali reke Berezovke, a koje je od propasti sačuvala jedna za to naročito upućena ekspedicija.



Veliki dlakavi nosorog *Coelodonta antiquitatis* bio je stalni i verni sadrug mamuta, te najtipičnije životinje ledenog doba. Dlakavi nosorog bio je također pokriven grubom i gustom dlakom, a naseljavao je iste hladne tundre i stepe. Bila je to golema životinja; dostizala je dužinu od 3,5 a visinu od 2 metra. Lobjanja mu je bila snabdevena sa dva roga, postavljena jedan iza drugoga; prednji rog kod starih mužjaka dostizao je pozamašnu dužinu od jednog metra, kao i znatnu debljinu. Ti rogovi nisu

životinji služili samo kao izvrsno sredstvo za odbranu od napada raznih zveri grabljivica nego su bili i odlično oružje za napad. Za te rogove već se dugo zna i nije nezanimljivo pomenuti da su ih neki stanovnici Sibira, kako je istakao Pfizenmayer (Pfizenmeyer), smatrali ostacima ogromnih legendarnih ptica koje se nazivaju „grifonima“. Sve doskora sibirski domoroci prilježno su tragali za tim rogovima, jer se oni u Kini smatraju značajnim lekovitim sredstvom, za koje se dobro plaća. Dlakavi nosorog

hranio se isto kao mamut. U Sibiru su, između njihovih zuba, nalaženi tragovi hrane, obično komadi grana četinara i vrbovo lišće. Naročito je zimi dlakavi nosorog bio ograničen na tu hranu; leti, kad tundra ili stepa nisu bile pokrivene snegom, jelovnik mu je bio obogaćen raznim biljem i travom.

Znamo pouzdano kako je dlakavi nosorog izgledao, jer nije nadjen samo velik broj njegovih skeleta u mnogim zemljama Evrope, već su i njegova tela iskopavana u celosti iz sibirskog

leda i smrznute zemlje, kao i iz naslaga solju bogate gline kod Staruna u Galiciji. Na raspolaganju su nam, također, slike i kamnorezi koji nas obavestavaju o izgledu tih zanimljivih životinja, koje su, često izvanredno, izradili pleistocenski umetnici lovci.

Dlakavi nosorog je, kao i mamut, bio savremenik preistorijskog čoveka koji ga je lovio i jeo. No pri tom ga nije napadao otvoreno, već je pronalazio razne lukave načine da ga uhvati u klopku.

Dlakavi nosorog



Džinovski vapit (*Cervus megaceros*) nesumnjivo je bio jedan od najveličanstvenijih nosilaca rogova koji su ikad živeli na Zemlji. I on pripada vremenu pleistocena, a bio je veoma rasprostranjen širom Evrope i okolnih područja. Bila je to snažna i teška životinja, čiji su divni rogovi imali raspon od gotovo 3,5 metra. Pošto je ponekad podsećao na današnjeg jelena-lopatarea, džinovski vapit se ranije smatrao jednim iz toga roda, pa je zato pogrešno nazivan džinovskim lopatarom. Živeo je na prostranim

otvorenim ravnicama pokrivenim travom i šibljem. Zbog velikog raspona rogova izbegavao je šumu.

Tokom pleistocena u Evropi je živelo nekoliko rasa ove dostojanstvene životinje. Kad pratimo razvoj njegovih rogova, vidimo da su oni tokom vremena bivali sve teži i veći, da im je gornji deo dobijao oblik sve sličniji lopati, i da se broj ogranaka stalno uvećavao. Najniži, glavi najbliži paroši prošli su kroz veoma značajne promene, jer su kod geološki najmladje rase (*Cervus me-*

gaceros hibernicus) dobili kašikast oblik ili se rascepili u po dva posebna ogranka. Rogovi su krasili samo glave mužjaka, a bili su veoma teški; jedan rog merio je i po 33 kilograma.

Džinovski vapiti su, u geografskom pogledu, bili veoma rasprostranjeni. Na jug su se raširili do severne Italije i južne Francuske, na zapad do Irske, na istok do Altaja, a na sever, preko Danske i drugih krajeva, do Sibira, gde je nadjeno mnoštvo njegovih kostiju, tako sjajno očuvanih da izgledaju kao kosti današnjih ži-

votinja. No širom sveg tog ogromnog prostranstva, on je spadao među prilično retke životinje.

Džinovski vapit bio je savremenik čovekov. Ali prastari lovci malo su ga lovili, možda jedino onda kad im se za to pružala kakva izuzetno povoljna prilika. Ovo možemo zaključiti na osnovu činjenice da su kosti ovoga lepotana uvek veoma retke u ostacima obedâ naših predaka.

Ogromna je, neizmerna šteta što je taj veličanstveni nosilac rogova potpuno iščezao.

Džinovski vapit



Pošto poznajemo evoluciju života u celini, nužno poznajemo i evolucije pojedinih grupa ili tipova životinja. Mada ne razumeju baš sve pojedinosti tih pojedinačnih evolucija, paleontolozi su u tom pogledu postigli veoma mnogo i ubedljivo su dokazali mnoge činjenice. Jedan od najupečatljivijih primera ovog njihova rada pruža praćenje drevne istorije evolucije konja, te otmene životinje i velikog čovekova pomoćnika. Ova istorija započela je pre nekih 50 miliona godina i u Severnoj Americi dovela do evolucijskog niza *Eohippus* — *Orohippus* — *Epihippus* — *Mesohippus* — *Miohippus* — *Parahippus* — *Merychippus* — *Pliohippus* — pravi konj (*Equus*). Ova istorija evolucije pruža sjajne primere za izučavanje veze organizama i sredine, i dokaz je za tvrdnju da promene u sredini primoravaju organizme da prolaze kroz niz odgovarajućih promena, koje im omogućuju opstanak. U drevnoj istoriji evolucije konja promene u sredini koje su imale najviše dejstva na konja bile su prelazak iz močvarnih i barovitih u suva stepska područja, i s tim u vezi promena u prirodi hrane, naročito prelazak sa mekog i sočnog močvarnog bilja na tvrdu i suhu stepsku travu. U daljem štivu, upoznaćete se sa nekim pripadnicima pomenutog evolucijskog niza predaka konja iz Severne Amerike.

Severoamerički niz konjskih predaka počinje malom životi-

njom iz roda *Eohippus*, koja je živelu u močvarnim oblastima devičanskih šuma nižega eocena. Ona je bila, otprilike, veličine lisice. Mala glava se nalazila na kratkom vratu, a telo sa zasvodjenim ledjima počivalo je na relativno dugim nogama, od kojih su prednje imale po pet prstiju, a zadnje samo po tri. Ali od pet prstiju na prednjim nogama samo su četiri imala papke, dok je peti bio zakržljao i pomerio se naviše, te više nije dodirivao tle. Sva tri prsta na zadnjim nogama *Eohippusa* bila su snabdevena malim papcima, dok su dva preostala, pobočna, još mnogo pre (kod predaka *Eohippusa*) zakržljala i povukla se naviše, te su sad, kao dve sitne kosti sa zadnje strane noge, bili sakriveni pod kožom. U vilicama *Eohippusa* još nalazimo 44 zuba; kutnjaci su bili sitni, sa niskom krunom, prilagodjeni za mrvljenje meke i sočne biljne hrane. Lakatna i lisna kost, koje su u daljem toku evolucije konja sve više kržljavile, bile su u *Eohippusa* još uvek razvijene i posebne. Sićušni *Eohippus* bio je prvi drevni konj koji se pojavio na Zemlji. Od njega možemo pratiti dugi i neprekinuti niz njegovih potomaka, koji nas dovodi do današnjeg konja. Znamo za nekih deset vrsta *Eohippusa*, koji se razlikuju po veličini; visina najmanjeg (*Eohippus index*) iznosila je samo 28, a visina najvećeg (*Eohippus resartus*) oko 45 santimetara.

Eohippus



Prvi potomak *Eohippusa* u severnoameričkom nizu konja bio je *Orohippus*. On je živio tokom srednjeg eocena, ali nešto drukčije od *Eohippusa*, i u drugim oblastima. Njegovi ostaci nadjeni su u današnjem Bridžerskom bazenu (Bridger Basin) u državi Vajoming.

Izgledom *Orohippus* je još veoma ličio na *Eohippusa*, a nije se od ovoga mnogo razlikovao ni veličinom. Vrsta *Orohippus osbornianus* bila je kod ramena visoka svega 38 santimetara. Lobanja, ne veća od lobanje psa, imala je

već upadljivo konjski izgled; samo su očne duplje bile bliže gubici. Na prednjim nogama *Orohippus* je imao po četiri prsta. Metakarpijum i metatarzus, koji se zajedno nazivaju metapodijom, bili su mnogo razvijeniji na srednjem prstu negoli na dvema pobočnima. Dva pobočna prsta na zadnjim nogama bila su kod *Eohippusa* toliko zakržljala da su od njih ostale samo sićušne kosti, koje su kod *Orohippusa* sasvim nestale. Ledja životinje još su bila umereno zasvodjena. Najveća promena koja se zbilila u zubima

sastojala se u tome što su prednji pretkutnjaci (treći, a naročito četvrti zub sa svake strane) nesumnjivo počeli dobijati oblik pravih kutnjaka; bio je to prelaz sa trouglastog oblika tih zuba, svojstvenog *Eohippusu*, na četvrtasti.

Oblast današnjeg Bridžerskog bazena bila je u to vreme močvarno područje, s brojnim jezerima i bujnom vegetacijom. Tu i tamo stvarala su se blatišta, iz kojih će se kasnije razviti nevelike zalihe mrkoga uglja. Mnoge reke tekle su kroz tu oblast; bile

su bogate ribom, kao i jezera i bare. U rekama, jezerima i barama živeli su mnogi krokodili, a uz njih raznovrsne barske kornjače. Između močvara i bara nalazili su se i široki pojasci suve i žbunovite stepe. *Orohippus* nije živio u močvarnoj šumi kao *Eohippus*, već je za svoj dom izabrao suvlju, travnatu i žbunovitu ravnicu. *Epihippus*, rani konj i potomak *Orohippusa*, koji je živio u gornjem eocenu, takodje je naseljavao slično ili isto zemljište.

Orohippus



Hiljade i hiljade godina su prošle i izgled Zemlje se bitno izmenio. Gde su nekada bile močvare, sad su se prostirale nepregledne, travom obrasle ravnice. Na obalama reka, koje su s vremena na vreme plavile okolno zemljište, obilno su rasli brestovi i različno žbunje, dok je suva zemlja travnatih ravnica pružala gostoprimstvo samo raznovrsnom trnovitom grmlju. Nepregledne praiskonske šume sa močvarama i blatištima nestale su za svagda. Tako je to bilo i na području Male Zle Zemlje u današnjoj Nebraski i Velike Zle Zemlje u današnjoj južnoj Dakoti, u vreme kad je Zemlju grejalo sunce donjeg oligocena. Te bes-

krajne travnate ravnice postale su dom maloga konja iz roda *Mesohippus*. Ove se životinje više ne mogu nazivati prakonjima, pošto se nalaze na početku drugog odeljka severnoameričkog niza konja, upravo onog odeljka koji neposredno vodi današnjem konju.

Tokom donjeg oligocena, *Mesohippus* je u velikim krdima lutao današnjom Nebraskom i južnom Dakotom. Bila je to životinja veličine današnjeg vuka, a živela je u nekoliko vrsta. Na sve četiri noge imala je po tri prsta; srednji je bio izrazito duži i jači od pobčnih, i nosio je najveći deo telesne težine. Kutnjaci *Mesohippusa* bili su, kao i kod ranijih ko-

nja, još uvek bez zubne gledji — ili zubnog cementa, koraste gradje oko zubnog korena — ali su već jasno pokazivali da se životinja hranila isključivo biljnom hranom, što kod ranijih konja nije bio slučaj. *Mesohippus* nesumnjivo predstavlja viši stupanj razvoja od *Epihippusa*. To se naročito ispoljava u upadljivoj morfološkoj promeni svih gornjih pretkutnjaka, koji su dobili oblik kutnjaka, kao i u razvoju udova, koji su postali još prilagodjeniji kretanju po suvom, tvrdom tlu. *Mesohippus* je prvi konj koji je načinom svog kretanja, galopom i kasom, pokazao način kretanja današnjeg konja. Bio je to ishod promene sredine, prelaska iz

prvobitnih močvarnih šuma u podnožju planina u prostrane suve ravnice, obrasle travom. Najbrojnija vrsta životinje o kojoj je reč bila je *Mesohippus bairdii*, koja je kod ramena bila visoka oko 60 santimetara.

Tokom gornjeg oligocena *Mesohippusa* je smenio *Miohippus*, čiji je neposredni naslednik bio donjomiocenski *Parahippus*. Kod ovih malih konja promene na zubima i udovima bile su još istaknutije. Zubi *Parahippusa*, koji je živio širom travnatih ravnica od Montane do Teksasa, ispoljavaju još jedno moderno svojstvo — na vrhovima i bokovima zuba pojavila se zubna gledj.

Mesohippus



Merychippus se razvio iz *Parahippusa* negde pred kraj donjega miocena. Živeo je u današnjoj Nebraski, tokom srednjeg i gornjeg miocena, sve do pliocena. Napredak je i kod njega naročito uočljiv na zubima (obilniji sloj zubne gledji, izduživanje krunica stalnih zuba itd.) kao i udovima (lakatnjača i žbica, golenica i lisnjača postale su minijaturene kopije istih kostiju kod današnjeg konja; pobočni prsti toliko su se povukli nagore da čak ni njihovi rožnati vrhovi nisu više dodirivali zemlju).

U graničnom razdoblju između donjeg i srednjeg miocena, veoma su se raširili ti troprsti (tridaktilni) konji, čija se veličina, kod raznih vrsta, kretala od veličine teleta do veličine margarca. Znamo za nekih dvadeset i pet raznih vrsta *Merychippusa*. Među njima je, u evolucijskom pogledu, najznačajnija *Merychippus primus*. Ona predstavlja ne samo sponu sa vrstom *Merychippus paniensis* iz gornjeg miocena već i ishodište dveju nezavisnih evolucijskih grana, od kojih je jedna dovela do nastanka roda *Hipparion* i srodnih tipova iz gornjeg miocena i pliocena u Severnoj Americi, Aziji, Africi i Evropi, dok je druga, preko roda *Protophippus* iz gornjeg miocena, dovela do pliocenskog roda *Pliohippus*, a od ovoga put evolucije vodi pravo do roda *Equus* (pravog, sadašnjeg konja).

Pored severnoameričkog središta evolucije konja, postoji i jedno drugo, evropsko, ali ono nije ni izbliza tako značajno kao se-

vernoameričko; niz njegovih tipova mnogo je siromašniji i prilično je nepotpun. Prvi evropski konji pojavili su se u donjem eocenu — kao i u Severnoj Americi — ali poslednji pripadnik evropskog niza konja izumro je još u donjem oligocenu.

Otud je za postanak pravog konja (*Equus*) značajan samo severnoamerički evolucijski niz, jer on jedini vodi od donjoeocenskog konja iz roda *Eohippus* — kroz zamašan broj beočuga koji su se smenjivali i postepeno menjali, sve više usavršavali i bivali sve osobeniji — do konačnog tipa, pravog konja (*Equus*). Konj je, dakle, nastao u Severnoj Americi, gde se zbio i glavni deo njegove evolucije. No desilo se da su pred kraj pleistocena svi konji u Severnoj Americi izumrli. Uzrok tome zasad je nepoznat. Izvesno je, međjutim, da tamo nije bilo nikakvih konja u vreme dolaska prvih Evropljana — to jest, krajem petnaestog veka — i da za konja domoroci nisu imali nikakav naziv. Tako je Stari svet dao Novome jedan dragocen dar. Dao mu je životinju koja se tu najpre pojavila, koja se tu razvijala tokom mnogih stotina hiljada godina i zatim u krajnjem, vrhunskom obliku prešla tada još postojeću kopnenu vezu sa Azijom i, preko nje, dospela u Evropu, gde se dalje razvijala i odakle se (dugo posle uginuća svog poslednjeg rodjaka u Americi) vratila svom prvobitnom domu, da bi tu postala prijatelj čovekov i njegov nezamenljivi pomoćnik u svakidašnjem životu.

Merychippus



Tokom starijeg kvartara, u pleistocenu, živela je u Evropi krupna grabljiva zver, od svih drugih možda najbolje naoružana za ubijanje. Bio je to *Machairodus*. Pripadao je mačkastim grabljivicama (*Felidae*), mada ne pravim mačkama (*Felinae*) – medju koje, na primer, spadaju lav i tigar (kojima je *Machairodus* bio veoma sličan) – već redu iščezlih sabljozubih mesoždera (*Machairodontinae*). Iako su oba pomenuta ogranka mačkastih mesoždera imala iste pretke, njihove filogenetske evolucije tekle su od samog početka sasvim poseb-

no i nezavisno. Dok su kod prvih, mačaka, gornji očnjaci tokom evolucije bivali sve manji, kod sabljozubih zveri bivali su sve veći. Ti su zubi bili najveći kod pleistocenske vrste *Machairodus latidens*, čiji su sabljasti očnjaci, blago spljošteni sa strana i oštre zadnje ivice, dostizali dužinu od preko 16 santimetara, dok im je koren u gornjoj vilici dosežao čak do očnih duplji. Kad je čeljust bila zatvorena, to strašno zločinačko oružje izduživalo se daleko preko donje vilice; da bi ih upotrebila, zver je morala vrlo široko otvoriti čeljust, za šta je

bila kadra zahvaljujući naročitom načinu na koji je donja vilica bila vezana za gornju.

Istorija evolucije tih praistorijskih zveri može se pratiti unazad do gornjeg tercijara u Evropi, Aziji i Severnoj Africi – to jest, do vremena njihove najveće raširenosti. Na početku pleistocena, međjutim, oni su dostigli najveći stupanj specijalizovanosti, a ubrzo zatim iščezli. Jedan od najstarijih pleistocenskih tipova jeste *Machairodus zwierzyckii*; ostaci njegova skeleta nadjeni su na Javi, u istom sloju s ostacima javanskog majmuno-čoveka (*Pi-*

thecanthropus erectus); to predstavlja nesumnjivi znak da je pomenuti „majmuno-čovek uspravi“, koji je živio pre nekih 600 000 godina, ne jednom u strahu bežao od tog krvožednog mesoždera.

Nema sumnje da su te sabljozube zveri izazivale silan strah i uzbuđenje gde god su se pojavljivale. Lovile su uglavnom gazele, antilope i iščezle omanje troprste (tridaktilne) konje iz roda *Hipparion*, mada se, po mišljenju bar nekih paleontologa, nisu ustručavali da napadaju čak ni krupne surlaše i nosoroge.

Machairodus

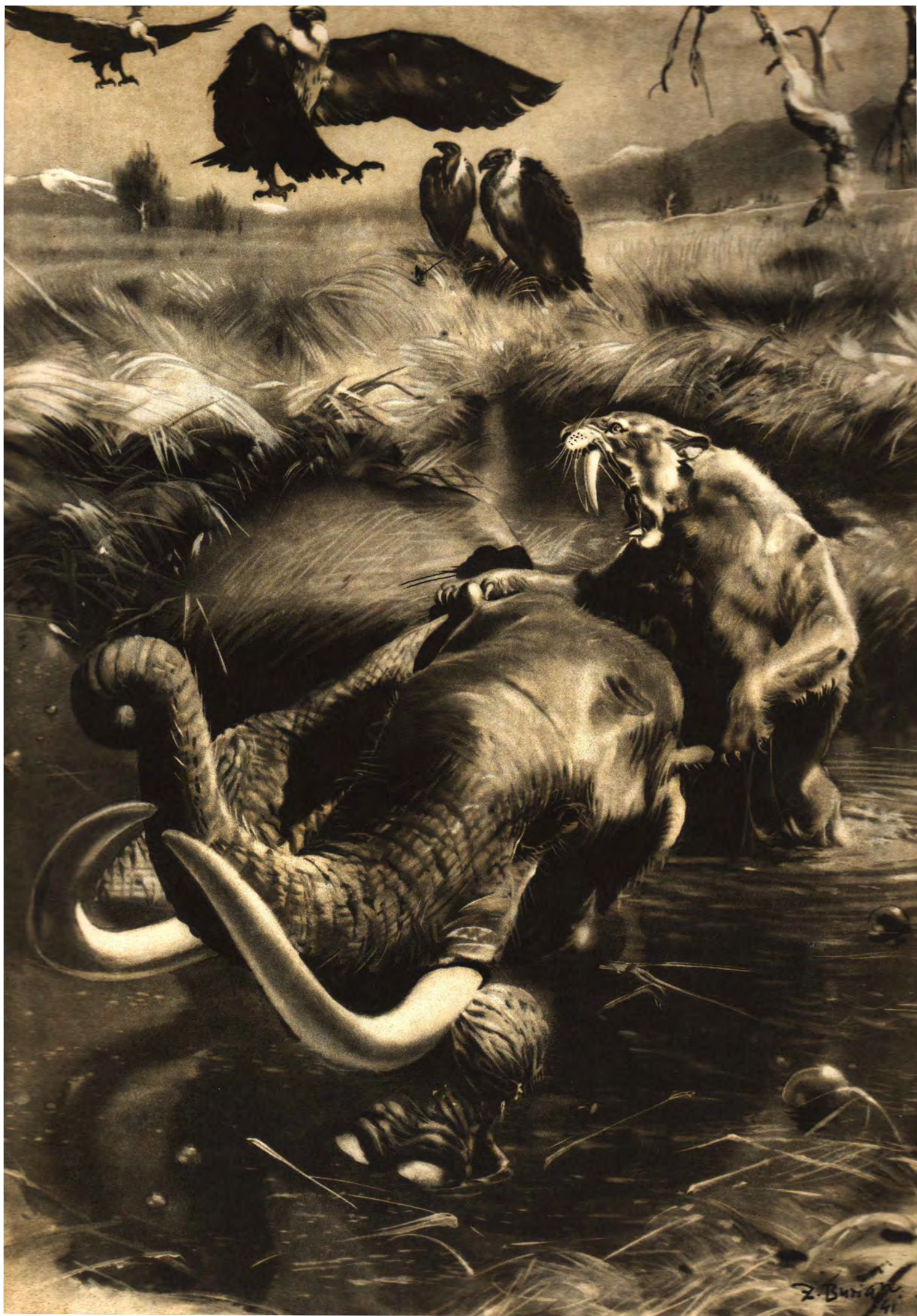


Sabljozubi mesožderi, čija se evolucijska istorija može unazad pratiti do gornjeg tercijara, živeli su i u Severnoj i Južnoj Americi. Najpoznatiji među njima bio je *Smilodon*, čiji su potpuni skeleti nadjeni u Kaliforniji i Argentini.

Kalifornijsko nalazište kod mesta Rančo-la-Brea blizu Los Andjelesa naročito je značajno. Tokom pleistocena tu se nalazilo veliko jezero, sa svih strana okruženo prostranom stepom, i na nj su razne životinje dolazile sa svih strana da utaže žedj; no obale jezera bile su oivičene barama lepljive mase bitumena. U ovu podmuklu prirodnu zamku uhvatila se mnoga neoprezna životinja, koja bi se prosto zalepila za bitumen, te tako pretvorila u lak plen raznih mesoždera, uključujući u ove i *Smilodona*. Naravno, stariji i iskusniji *Smilodoni* (iz vrste *Smilodon californicus*) nisu se bacali na takve žrtve, jer su znali da i sami mogu nastradati u podmukloj lepljivoj masi. Otud

skeleti *Smilodona* nadjeni na tom mestu pripadaju gotovo isključivo mladim, neiskusnim životinjama, koje je lak plen namamljivao na nepouzdanu tanku koru bitumenskih bara. Takva sudbina zadesila je i *Smilodona* prikazanog na našoj slici; on se lakomo bacio na mladog praslona iz roda *Archidiscodon*, koji se, na svom putu na pojilo, bezizlazno zaglavio u bitumenu.

Argentinska vrsta *Smilodon neogaenus*, čiji se skeleti obilno javljaju u pleistocenskim naslagama ilovače širom ogromnih pampi, umnogome je uzrok izumiranju mnogih krupnih južnoameričkih sisara-bezubica (*Edentata*). Mada je, poput svih američkih predstavnika roda *Smilodon*, nastala na tlu Severne Amerike, ta je životinja osvojila i južni kontinent, prešavši na nj preko zemljouza između ta dva kontinenta, i noseći sobom smrt mnogim južnoameričkim životinjama.



Pećinski medved (*Ursus spelaeus*) bio je najmoćnija zver evropskog pleistocena. Bio je za dobru trećinu veći od svog današnjeg rodjaka, mrkog medveda (*Ursus arctos*). Prednji deo njegova tela bio je jače gradje i viši od zadnjeg dela. Upadljiv je površinski profil lobanje pećinskog medveda, u poredjenju s lobanjom mrkoga medveda, naročito zbog strmo izdignutoga čela. Pećinski medved nije bio ni pravi mesožder niti svaštojed, već je živio gotovo isključivo na biljnoj hrani, nasuprot svojim mesožderskim precima. Za hranu su mu

služili i meki i tvrdi plodovi, na šta ukazuju po pravilu dosta istrošeni zubi. Ženke su radjale jedno do dva mladunca i pred njihov dolazak na svet birale su najpogodnije uglove u pećinama, osobito one gde je iz neke pukotine u krečnjačkoj steni izbijao izvor čiste vode. Blizina vode bila je velika olakšica za ženke, jer u tom slučaju nisu morale napuštati mladunce da bi nadoknatile gubitak tečnosti iz tela dojenjem mećića.

I pećinski medved je bio savremenik čovekov. Bio je od ogromnog značaja za neandertal-

skog čoveka (*Homo primigenius*) u Evropi, i životinja koju je ovaj najčešće lovio. Stoga se ne treba čuditi što su ljudi obožavali pećinskog medveda u prvim kultovima lova — takozvanim medvedjim kultovima, čiji su tragovi ne tako davno otkriveni u više alpskih pećina. Kasniji preistorijski lovci (*Homo sapiens fossilis*) smatrali su pećinskog medveda najpoželjnijom lovinom.

Kosti pećinskog medveda javljaju se vrlo obilno u mnogim evropskim pećinama. Neke pećine u Moravskoj i Slovačkoj proslavile su se takvim nalazima.

Mnoge bajke o zmajevima i raznim drugim čudovištima svakako su bile nadahnute starim nalazima kostiju pećinskog medveda, koje su virile iz vlažnih nanosa gline u mračnim i sumornim pećinskim odajama. Zaista, neki učenjački radovi iz srednjega veka pogrešno opisuju i prikazuju lobanje i kosti pećinskog medveda kao ostatke zmajeva, te tako možemo videti da su aždaje i zmajevi iz naših bajki i legendi mogli imati doista vrlo različne pretke.

Pećinski medved



Sadržaj

UVOD	5
NA IZVORU ŽIVOTA	7
PUT U DUBINE PRAISKONSKOG VREMENA	9
Geološka podela vremena	11
PRAĐREVNA EVOLUCIJA BILJAKA	13
Zora biljnog života	13
Biljke osvajaju kopno	15
U prastarim karbonskim šumama	16
Hladan vetar s leda	17
Golosemenice osvajaju svet	18
Pobeda skrivenosemenica	19
Biljni svet i ledeno doba	20
PRAISKONSKA ISTORIJA ŽIVOTINJA	24
Prvi počeci	24
U kambrijskim morima	25
U ordovičkim morima	27
U silurskim morima	28
Kolevka najranijih kičmenjaka	30
U devonskim morima	30
Napad životinja na kopno	30
Vodozemci vladaju svetom	33
Prvi gmizavci	33
Na kraju paleozoika	34
Zora mezozoika	34
Svet džinovskih gmizavaca	34
Zubate ptice	35
Prvi sisari	36
Na pragu tercijara	38
Sisari osvajaju svet	38
Pojava čoveka	39
SLIKE	41

Pregled slika

1. Kambrijsko more
2. Silursko more
3. Pterygotus i Eurypterus
4. Dinichthys i Cladoselache
5. Donjodevonski predeo
6. Srednjodevonski predeo
7. Praiskonska karbonska šuma
8. Pleuracanthus i Amblypterus
9. Meganeura
10. Pravodozemci
11. Edaphosaurus
12. Moschops
13. Mesosaurus
14. Mezozoički predeo
15. Mastodonsaurus
16. Chirotherium
17. Stenopterygius
18. Eurhinosaurus
19. Cryptocleidus
20. Elasmosaurus
21. Rhamphorhynchus
22. Pterodactylus
23. Pteranodon i Tylosaurus
24. Brontosaurus
25. Diplodocus
26. Brachiosaurus
27. Iguanodon
28. Stegosaurus
29. Triceratops
30. Monoclonius
31. Styracosaurus
32. Protoceratops
33. Corythosaurus
34. Trachodon i Tyrannosaurus
35. Gorgosaurus i Scolosaurus
36. Ceratosaurus i Stegosaurus
37. Compsognathus i Archaeopteryx
38. Hesperornis i Ichthyornis
39. Diatryma
40. Phororhacos
41. Dinornis
42. Šuma mrkoga uglja
43. Miocenski predeo
44. Uintatherium
45. Brontotherium
46. Arsinoitherium
47. Deinotherium
48. Indricotherium
49. Megatherium
50. Nothrotherium
51. Mamut
52. Dlakavi nosorog
53. Džinovski vapit
54. Eohippus
55. Orohippus
56. Meshippus
57. Merychippus
58. Machairodus
59. Smilodon
60. Pećinski medved

Za dozvolu da reprodukuju neke ovde objavljene slike, autori ove knjige žele da zahvale vlasnicima tih slika, sledećim ustanovama: Ministarstvu kulture u Pragu (za slike 5, 6, 7, 14, 25 i 43), Državnom prosvetnom izdavačkom preduzeću u Pragu (za slike 1, 2, 24, 54, 55, 56 i 57) i Šleskom muzeju u Opavi (za slike 38, 39 i 41). Profesor František Njemejc (František Němec) saradivao je s autorima na izradi slika 5, 6, 14 i 42, a docent Ferdinand Prantl (Ferdinand Prantl) na izradi slika 1 i 2. Ostale slike ili su reprodukovane iz knjiga jednog od autora — profesora Jozefa Auguste — ili su naročito izradjene za ovaj rad.

